

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

## **Zefektivnění výroby rámu tramvajového podvozku**

Streamline the Production of Tram Chassis

Student:

Lukáš Běhal

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Dr. Ing. Josef Brychta

Ostrava 2014

## Zadání bakalářské práce

Student: **Lukáš Běhal**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie  
Téma: Zefektivnění výroby rámu tramvajového podvozku  
Streamline the Production of Tram Chassis

Zásady pro vypracování:

1. Charakteristika daného technologického prostředí.
2. Analýza stávající technologie výroby.
3. Racionalizace postupu výroby rámu podvozku.
4. Technicko-ekonomické zhodnocení navrhovaného řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:


- [1] VASILKO, Karol; NOVÁK-MARCINČIN, Jozef; HAVRILA, Michal. *Výrobné inžinierstvo*. Prešov : Datapress Prešov. 2003, 424 s. ISBN 80-7099-995-0.
- [2] NESLUŠAN, Miroslav; TUREK, Stanislav; BRYCHTA, Jozef; ČEP, Robert; TABAČEK, Marian. *Experimentálne metódy v trieskovom obrábaní*. Žilina : EDIS Žilina, 2007. 343 s. ISBN 978-80-8070-711-8.
- [3] HAVRILA, Michal; ZAJAC, Jozef; BRYCHTA, Jozef; JURKO, Jozef; *Top trendy v obrábaní, I. časť – Obráběné materiály*. Žilina : Media/ST, s.r.o Žilina, 2006. 205 s. ISBN 80-968954-2-7.
- [4] ZAJAC, Jozef; JURKO, Jozef; ČEP, Robert. *Top trendy v obrábaní, II. časť – Nástrojové materiály*. Žilina : Media/ST, s.r.o Žilina, 2006. 193 s. ISBN 80-968954-2-7.
- [5] VASILKO, Karol; HAVRILA, Michal; MARCINCIN-NOVÁK, Jozef; MÁDL, Jan; ZAJAC, Jozef. *Top trendy v obrábaní, III. časť – Technologie obrábění*. Žilina : Media/ST, s.r.o Žilina, 2006. 214 s. ISBN 80-968954-2-7.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **prof. Dr. Ing. Josef Brychta**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014

  
Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

## **Poděkování**

Velmi děkuji p. Hájkovi, p. Sabovi a jejich kolegům z Krnovských strojíren za odbornou pomoc, rady, ochotu a vstřícnost, s jakou mi poskytovali potřebné materiály a odpovídali na mé dotazy. Největší dík patří mé rodině za dlouholetou podporu ve studiu a paní profesorce Jarmile Lázničkové, bez které bych se nikdy ke psaní této bakalářské práce nedostal.

Dále chci poděkovat prof. Dr. Ing. Josef Brychtovi za jeho rady a pomoc při psaní této bakalářské práce. Také děkuji paní Ludmile Staňkové, která mi vždy dokázala poradit jak ve studiu pokračovat dál.

### **Místopřísežné prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 19.5.2014.....

  
.....

podpis studenta

### Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé kvalifikační práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, же odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě : 19. 5. 2014 .....

.....

Lukáš Běhal

Lukáš Běhal

Jungmannova 37

792 01 Bruntál

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

BĚHAL, L. Zefektivnění výroby rámu tramvajového podvozku: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojiní, Katedra obrábění a montáže, 2014, počet stran, vedoucí bakalářské práce: prof. Dr. Ing. Josef Brychta.

Bakalářská práce se zaměřuje na analýzu výroby rámu tramvajového podvozku. V počátku jsou popsány jednotlivé pracoviště a jejich strojní vybavení. U každého z pracovišť je podrobněji popsán jeden stroj. Dále jsou uvedeny rozdíly mezi starým pracovním postupem výroby a postupem budoucím, na který se firma Krnovské opravny a strojírny nyní připravuje. Je zde popsáno, proč bude do firmy zakoupeno nové CNC obráběcí centrum, které má snížit čas pro výrobu rámu podvozku. V bakalářské práci je také popsán předběžný výpočet návratnosti stroje a rozdíly mezi hlavními obráběcími stroji.

## ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

BĚHAL, L. Zefektivnění výroby rámu tramvajového podvozku: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojiní, Katedra obrábění a montáže, 2014, počet stran, vedoucí bakalářské práce: prof. Dr. Ing. Josef Brychta.

This thesis focused on the analysis of production tram chassis. In the beginning of each are described the individual workplaces and their machinery equipment. For each of the centers is further described in more detail one machine. The following are the differences between the old workflow and production process future, to which the company Krnovské Traffic Engineering works currently in progress. It describes why the company is to purchase a new CNC machining center, which reduces the time for the production of the chassis. The work is also described preliminary calculation of return on machinery and differences between the major machine tools.

## **Seznam použitých zkratk a symbolů**

|                   |   |
|-------------------|---|
| CNC –             | číslicové řízení počítačem                                    |
| CO <sub>2</sub> – | oxid uhličitý   |
| He –              | helium  |
| MIG –             | obloukové svařování tavící se elektrodou v ochranné atmosféře |
| N <sub>2</sub> –  | dusík   |
| TIG –             | svařování netavící se elektrodou v ochranné atmosféře         |
| NC –              | číslicové řízení  |
| KOS –             | Krnovské opravny a strojírny                                  |





## Úvod

V dnešní ekonomicky obtížné době se výrobci snaží všemi dostupnými způsoby zefektivnit a tím i zlevnit výrobu. Já se v této práci zaměřím na výrobu rámu podvozku tramvaje. Nároky na rám tramvajového podvozku jsou od počátku tramvajové dopravy stále zvyšovány. Je to způsobeno hned několika faktory. Stále se modernizuje pohon, zpřísnují se bezpečnostní předpisy a zlepšuje se design. Obecně platí pravidlo, čím novější tramvaj, tím modernější podvozek. Větší nároky na kvalitu podvozku však nejsou způsobeny jen vývojem pohonu a vyššími nároky na bezpečnost. Svě zde hraje i komfort pro cestující, korozní ochrana podvozku a v neposlední řadě ekonomická náročnost výroby. Dále musíme brát v úvahu, že do moderního podvozku tramvaje, který má rozchod 1435mm se musí vejít motor s převodovkou a dalším příslušenstvím, kterého stále přibývá. K tomu všemu musí konstruktéři počítat s plánovanou údržbou a nesmí zapomínat na případné opravy motoru, či převodovky.

# 1 Charakteristika daného technologického prostředí

## 1.1. Historie tramvajové dopravy

Vývoj a výroba tramvajových podvozků je stejně stará jako tramvajová doprava samotná. První linka na světě byla zřízena v New Yorku v roce 1832. Na území Česka se první tramvaj rozjela v roce 1869 na lince v Brně. Tehdy ji ještě nepoháněly moderní elektromotory, které jsou napájeny z elektrické sítě, ale po městě ji táhly koňské spřežení. O patnáct let později se v Brně objevila modernější verze tramvaje na parní pohon. Z počátku byla jízda tramvají považována spíše za atrakci, ale postupem času se stala běžně používaným dopravním prostředkem. Historicky poprvé elektrická tramvaj vyjela v roce 1881 v Berlíně. U nás to bylo o deset let později a stalo se tak u příležitosti jubilejní výstavy v Praze (hospodářská, kulturní a společenská výstava uspořádaná na oslavu jubilea první průmyslové výstavy, konané v Praze roku 1791). Na Moravě byla první elektrická dráha zprovozněna v roce 1889 v Olomouci.

Po druhé světové válce nastal úpadek využívání tramvajové dopravy jak v Evropě, tak i v USA. Bylo to dáno rozvojem autobusové dopravy a zdokonalováním spalovacích motorů. Lidé začali vnímat tramvaje jako zastaralý dopravní prostředek. Tramvaje se začaly vracet na výsluní až v osmdesátých letech, kdy přišla ropná krize. Od té doby jejich význam jako dopravního prostředku stále stoupá a předpokládám, že ani v budoucnu tomu nebude jinak. V zásadě rozlišujeme dva druhy tramvají, které se liší maximální rychlostí. První jsou tramvaje klasické, které se běžně používají v Evropských městech. V USA jsou tyto tramvaje spíše výjimkou. Od 80. let se zde používají tramvaje rychlodrážní, které dosahují vyšších rychlostí. Rychlodrážní tramvaje prakticky nezasahují do silniční dopravy, jako je tomu u normálních tramvají. V USA slouží především jako přeprava mezi městskými částmi (nestaví na každém rohu). V roce 2013 se po několika desítkách let rozhodlo město Washington vrátit do svých ulic klasické tramvaje.



**Obr. 1.** – Na obrázku jde nejlépe vidět, jaký pokrok udělala tramvajová doprava

## 1.2. Historie firmy

Historie podniku Krnovské opravny a strojírny je spjata s výstavbou železniční tratě Olomouc – Krnov – Opava o délce 87 km. Výstavbu trati zahájila společnost Moravskoslezská centrální dráha v roce 1870. O dva roky později se začala psát historie Krnovských oprav a strojírny, konkrétně to bylo 1. října 1872, kdy byl také spuštěn provoz železniční tratě Olomouc – Krnov – Opava. Tehdy se podnik jmenoval Zařízení strojní služby pro údržbu železničních vozů. Byla to technická základna pro opravy dopravních kolejových prostředků, ale zároveň sloužila jako výtopna. Dílny při zahájení provozu měly 3020m<sup>2</sup> kryté plochy. Pro opravu železničních vozů sloužila rozměrná hala, která měla dvoje průjezdné koleje, čtyři boxová opravná stanoviště a jednu průběžnou kolej. Průběžná kolej procházela pomocnými provozy jako byla kovárna, truhlárna, obrobná, lakovna a materiálový sklad.

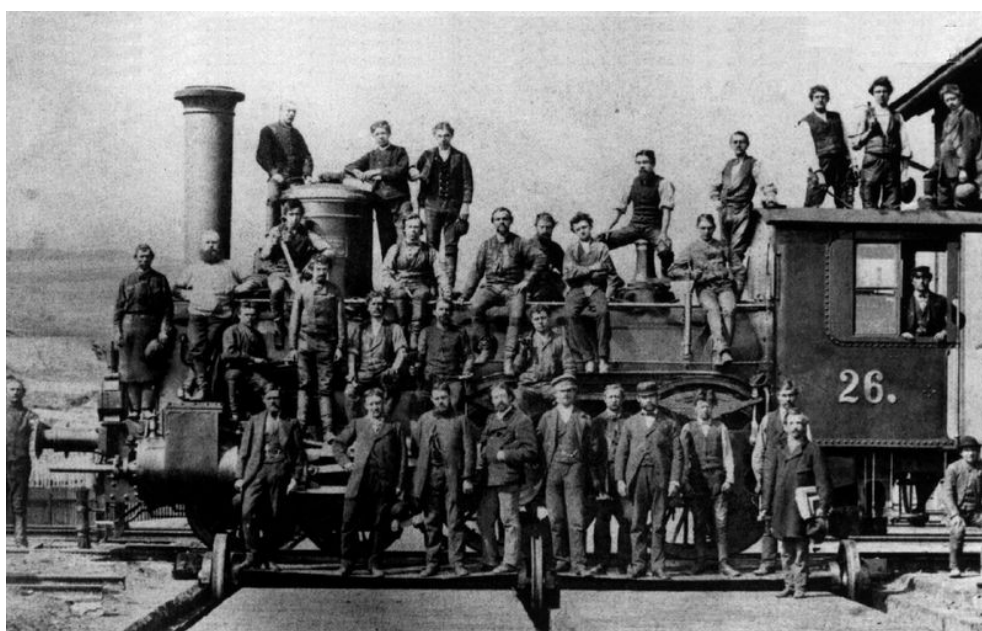
V roce 1873 byla uprostřed provozů vybudována správní budova s vodárenskou stanicí pro napájení lokomotiv. V tomto roce dílny udržovali 20 lokomotiv, 76 osobních vozů, 370 nákladních vozů a 4 sněhové pluhy.

V období Rakousko – Uherska byly dílny včleněny do státních drah. Za 1. Světové války dílny opravovaly poškozená vozidla z Ruské fronty. Na konci 1. světové války dostal areál dílen podobu, kterou si uchoval po dlouhá léta. V roce 1926 byly dílny připojeny na veřejnou elektrickou síť. Období hospodářské krize dolehlo i na Krnovské dílny. Tehdy to s existencí dílen nevypadalo vůbec dobře. V roce 1935 se ale řešení našlo. Dílny byly odděleny od výtopny a staly se pobočkou ostravských dílen. Tehdy byla zavedena v dílnách pásová výroba a došlo ke specializaci pracovišť. V roce 1937 dílny zaměstnávaly 250 zaměstnanců a dokázaly opravit 61 lokomotiv, 620 osobních vozů, 190 nákladních vozů a provedly revizi na 25 úzkorozchodných vozech.

V roce 1989 bylo vydáno rozhodnutí o privatizaci podniku a 1.9.1992 vznikly Krnovské opravny a strojírny s.r.o. Firma zažila v roce 1999 krizi, kdy musela propouštět zaměstnance a zároveň hledat nové odbytiště. Nicméně tuto krizi dokázala překonat a úspěšně pokračuje ve své činnosti. Naopak velmi úspěšný rok pro firmu byl 2008, kdy se opravilo a zrekonstruovalo 1350 nákladních vozů. V současné době se toto číslo pohybuje kolem 1000 vozů ročně. Firma opravuje železniční vozy pro České dráhy i pro jiné železniční dopravce. Před 12 lety se firma začala zabývat výrobou a modernizací tramvají. Spolupracuje s konstrukční kanceláří VKV Praha s.r.o. a firmou PRAGOIMEX a.s.. Za tu dobu Krnovské opravny a strojírny vyprodukovaly bezmála 400 tramvají. V roce 2009 firma vybudovala novou svařovací halu o rozloze 1800 m<sup>2</sup>. Podnik se také zabývá

renovacemi historických vozů. Co se týká příjmu z těchto renovací, je to mizivé procento z celkového příjmu firmy. Při renovacích jde spíše o ukázkou řemeslné zručnosti pracovníků, kteří tuto práci berou jako výzvu.

V současnosti firma zaměstnává přes 650 zaměstnanců a podle množství zakázek přijímá až 50 externích pracovníků na výpomoc. Firma v posledních několika letech investovala nemalé finanční prostředky do technického vybavení pracovišť a jak je, vidno zatím se tato strategie vyplácí. Důkazem nám může být, že výrobky podniku Krnovské opravny a strojírny si našly své spokojené zákazníky nejen v České republice, ale také na Slovensku, v Polsku, Rusku, Chorvatsku, Rakousku, Německu, Švýcarsku, Francii, Belgii, Španělsku, ve Finsku a Velké Británii.



*Obr. č. 2 - Historické foto z roku 1872*

### 1.3. Výrobní a technologické možnosti firmy

Jak jsem již uvedl v předchozí kapitole, společnost Krnovské opravy a strojírný v posledních letech výrazně investovala do technologického vybavení. V roce 2012 firma provedla největší investici ve své historii. Investovala 70 milionů korun do výroby inovativních tramvajových vozů řady Vario. V téžem roce společnost revitalizovala část prostoru bývalého depa Českých drah a rozšířila tak své kapacity o novou svařovnu. Tyto investice pozvedly technologicky firmu na evropskou úroveň a zároveň jí umožnily uplatnit na modernizovaných vozidlech své know-how s vysokou přidanou hodnotou, která dnes tvoří 80% obrátu firmy.

Firma má obrovské zkušenosti s výrobou čepů a pouzder z materiálu 12.050 a 12.060. Pro tyto účely byl zakoupen středofrekvenční CNC kalící stroj, který zaručuje kvalitu kalených výrobků. Produkce čepů a pouzder se pohybuje kolem 1 milionu kusů ročně. Parametry zakalených součástí se ověřují na metalografickém pracovišti. Dále firma disponuje technologií indukčního kalení, speciálním lisem pro lisování rozměrných pouzder a vlakových dvojkolí. Krnovské opravy a strojírný provádějí svařčeské práce podle normy DIN EN 15085-2, kterou firma získala v roce 1997, kdy začala dodávat podsedavy nákladních železničních kolejových vozidel pro Vagónku Studénka. Ve firmě jsou vybaveni také pro svařování nerezových materiálů metodou MAG a TIG. Svařují se zde podsedavy pro železniční kolejová vozidla z nerezových ocelí skupiny 8 dle ČSN CR ISO 15608. Firma dokáže vyrobit i speciální měřidla používaná pro železniční kolejová vozidla, mezi které patří měřidlo jízdního profilu, třmenový obkročák na vnější průměry dvojkolí, měřidlo na rozchod dvojkolí, atd.. O technologické vyspělosti firmy hovoří fakt, že pro Škodu Plzeň vyráběla kompletní podvozkovou část pro transportní vůz na vyvážení vyhořelého radioaktivního paliva.



**Obr. 3. - Podvozek pro transportní vůz na vyvážení vyhořelého radioaktivního paliva**

## 2 Analýza stávající technologie výroby

Na výrobě tramvajového podvozku se celkem podílí dvanáct pracovišť, které si podrobněji představíme v následujícím textu. Z určitých pracovišť si blíže představíme vybrané stroje.

### 2.1. Pracoviště 6111

Na tomto pracovišti se nachází tři pásové pily od firmy Bianco. Firma Bianco je specialista na pásové pily, které vyrábí od roku 1982 v Itálii. Jedna z pil je automatická, konkrétně model Bianco 370 A. Další pila je poloautomat model Bianco 330 SAE Třetí pila je nejmenší a slouží pro řezání menších průměrů, jedná se o model Bianco 200 M. Tento model slouží pro řezání menších průměrů trubek, čepů a profilů. Profily může řezat do úhlu 60°. Poloautomatická pásová pila 330 AE je určena k řezání profilů středních rozměrů s úhly do 60°. Tento stroj má hydraulický pohon, který slouží k podávání dílců připravených k řezání.

Pásová pila 370 A je plně automatická, má hydraulický pohon a je určena k řezání materiálů středních rozměrů a profilů s úhlem do 60°. Tato pila se vyznačuje vysokou kvalitou řezu a vysokou rychlostí práce. Podstavec pily tvoří svařenec. Rameno je z hliníkové slitiny a je uložena na kuželíkových ložiscích. Svěrák je vyroben z feroidní litiny. Pila má seřiditelné vidiové vodící destičky a napětí pásu je kontrolováno koncovým snímačem. Také zrychlené klesání a zvedání ramene je pojištěno koncovým snímačem. Řezný posuv je opatřen plynulou regulací a dále je možno seřizovat přítlak pilového pásu dle průřezu a druhu materiálu. Součástí pily je podávací vozík, který má možnost příčného výkyvu k usnadnění vkládání nerovných tyčí.

| Technické specifikace plátové pily 370 A |                       |
|--|-----------------------|
| Rozměry pilového pásu (D x Š x V)        | 3120 x 27 x 0.9 mm    |
| Řezná rychlost                           | 35 – 70 m/l           |
| Rychloposuv                              | 3500 mm/l             |
| Pracovní posuv                           | 0-200 mm/l            |
| Řezný tlak                               | 3 – 15 bar            |
| Pracovní výška                           | 835 mm                |
| Výkon pásu motoru                        | 0,7 – 1,4 kW          |
| Váha pily                                | 945 kg                |
| Rozměry pily (D x Š x V)                 | 3000 x 1900 x 1900 mm |

**Tab. č. 1 – Technické specifikace plátové pily Bianco 370 A**





*Obr. č. 4 - Automatická pásová pila Bianco A 370*

Součástí pracoviště 6111 je sklad hutního materiálu používaného pro výrobu tramvajového podvozku. Materiál je uskladněn v regálech a všechny skladové položky jsou evidovány v počítači. Jelikož se některé části materiálu nacházejí ve velké výšce a jiné jsou zase pro člověka příliš těžké, je sklad vybaven mostovým jeřábem s nosností 6000 kg.



*Obr. č. 5 – Sklad hutního materiálu*

## **2.2. Pracoviště – 6112**

Veškeré strojní vybavení tohoto pracoviště tvoří soustruhy. Nacházejí se zde čtyři soustruhy od firmy TOS Varnsdorf. Některé ze soustruhů jsou vyrobeny ještě za minulého režimu (názorná ukázka kvality tehdejších výrobků), ale většina je jich už novějších. Nové soustruhy jsou od firma CONSORTA Praha s.r.o. Při výrobě dílů tramvajového podvozku soustruhy slouží pro různé dokončovací operace, při kterých není kladen důraz na vysokou přesnost a kvalitu povrchu součástí. (trošku se pak rozepsat o soustruzích, technické parametry)

## **2.3. Pracoviště – 6115**

Zde jsou dvě frézky od firmy TOS Olomouc s.r.o. Při výrobě dílů na tramvajový podvozek se používají pro frézování přesných úkosů, u kterých se vyžaduje vyšší kvalita a přesnost povrchu.

## **2.4. Pracoviště – 6119**

Na tomto pracovišti se nachází horizontální vyvrtávačka od firmy TOS Varnsdorf. Vyvrtávačka je určena pro přesné opracování otvorů. Přesného opracování se dosahuje díky vyvrtávací hlavě, která se vyznačuje vysokou tuhostí, a tak může být docíleno požadované geometrické přesnosti díry.

## **2.5. Pracoviště – 6121**

Jedná se o pracoviště určené pro zámečníky. Provádí se zde velké množství jednodušších pracovních úkonů, u kterých je zbytečné, aby je prováděly stroje. Jsou zde stojanové vrtačky, stolní vrtačky, radiální vrtačky, dva lisy, ohýbačka trubek, svářečka MIG, ruční úhlová bruska, stojanové brusky, rýsovací pomůcky a hydraulické nůžky na plech. Zámečníci zde vrtají méně přesné otvory, rovnají drobné nerovnosti po ohýbání a odjehlují hrany jednotlivých součástí. Dále zabrušují plochy po pálení laserem a srážení hrany součástí, u kterých tolik nezáleží na přesnosti. Stříhají menší série plechů, které se dále pak obrábějí.

Stříhání plechů v tloušťkách 0,5 – 16mm se provádí na hydraulických nůžkách - od německé firmy EHT, která se zabývá stroji na zpracování plechů více jak 240 let. Firma KOS vlastní nůžky EHT Trushear 5163.





**Obr. č. 6 -** *Hydraulické nůžky ThruShear 5163*

| <b>Technické specifikace Trushear 5163</b>          |                       |
|---|-----------------------|
| Maximální délka stříhu                              | 3050 mm               |
| Maximální tloušťka stříhu při 450 N/mm <sup>2</sup> | 16 mm                 |
| Výkon motoru  | 22 kW                 |
| Množství hydraulického oleje                        | 300 l                 |
| Typ řízení  | ELGO P50              |
| Rozměry stroje (D x Š x V)                          | 4200 x 4200 x 2030 mm |
| Hmotnost stroje                                     | 13 000 kg             |

**Tab. č. 2 –** *Technické specifikace hydraulických nůžek Thrushear 5163*

**Přednosti nůžek Trushear 5163:**

- Automatická úprava sklonu úhlu, pokud je zapotřebí je možné i manuální nastavení
- Stínová linka určující přesné místo stříhu
- Řízení Elgo s režimy pro různé střížné šířky a různé množství stříhaných plechů
- Ze zadní strany je umístěno bezpečnostní laserové pásmo
- Sada střížnic pro oceli s pevností v tahu 640 N/mm<sup>2</sup>
- NC řízený doraz, který může být otočen vzhůru pro opracování delších plechů

## 2.6. Pracoviště – 6122

Na pracovišti 6122 se nacházejí dva ohraňovací lisy, které slouží pro přesné a rychlé ohýbání plechů o různých tloušťkách. Jeden z lisů je staršího data výroby a využívá se pro ohýbání plechů, kde není tolik důležitá vysoká přesnost ohybu. Ohraňovacím lisem se dá docílit různých tvarů ohybu. Matrice v lisu se dají měnit dle potřeby výroby. Náhradní matrice si může podnik vyrábět sám, pokud na to má prostředky, nebo si je nechá dodat od výrobce. Naproti matici je upevněn lisovník, který je také vyměnitelný, ze stejného důvodu jako tomu je u matrice. Lisovník je upevněn na beranu lisu. Nyní si blíže představíme jeden z ohraňovacích lisů švédského výrobce firmy Ursviken.



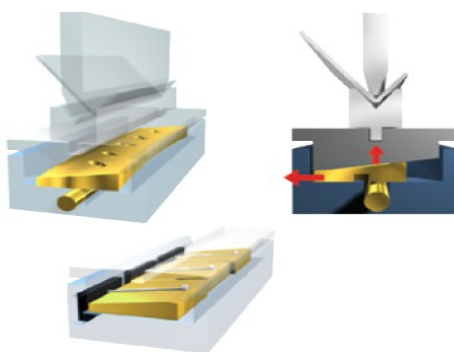
*Obr. č. 7 – Ohraňovací lis Ursviken Optiflex 200 t*

Firma Ursviken Technology sídlí ve Švédském městě Mekanvågen. Řadí se mezi lídry ve svém oboru. V roce 1973 firma vyrobila první ohraňovací lis s NC řízením. Lisy Ursviken jsou spolehlivé, mají vysokou kvalitu technického zpracování a dlouhou životnost. Pro tvarování plechů na rám podvozku je používán ohraňovací lis z typové řady Optiflex. Optiflex se stal nejflexibilnějším strojem na trhu díky kombinaci velkého nástrojového prostoru a dlouhé dráhy pohybu. Prodloužený stůl stroje umožňuje využití úplné délky pojezdu dorazu, i když je ohýbán plech s délkou stejnou, jako je maximální šířka stroje.

Ursviken dbá u svých výrobků na vysokou kvalitu a precizní zpracování všech konstrukčních prvků. Vybrané části stroje, jsou kvůli vysoké životnosti záměrně

naddimenzovány. Například se jedná o beran, který je neobyčejně vysoký (z důvodu minimální deformace). U beranu bych se ještě zdržel a napsal k němu pár zajímavostí. U stroje Optiflex je beran kyvně upevněn na pístnici hydraulických válců z důvodu minimalizace opotřebení těsnění pístů a vedení ve válci. Pro vedení beranu byly zvoleny bezúdržbové vložky. Tyto vložky jsou opatřeny stěrači na mazivo a na odstraňování prachu. Vložky mají výhodu, že umožňují pohyb beranu ze předu do zadu a také z leva doprava kvůli jeho přesnému ustavení. Další naddimenzovanou částí stroje jsou hydraulické rozvody. Kde je to z konstrukčního hlediska možné jsou použity trubky z nerez materiálu s pěti bezpečnostními přehyby. Ursviken vyvinul svůj vlastní hydraulický systém, který je vybaven funkcí Mail Safe. Tento systém je ovládán CNC systémem, který spolupracuje s kontrolními obvody. Tímto je zajištěn požadovaný tlak a ne tlak maximální. Stroj dále používá PLC technologii, která je základem elektrického systému, nahrazuje mechanická relé a zajišťuje větší spolehlivost elektrického systému.

Stroj je vybaven automatickým odměřováním beranu a používá lineární encoder, který je montován na oba konce beranu. Systém DBR (Double Bed Reference), který byl patentován v roce 1965 spolu s CNC řízením zajišťuje vodorovnost a kolmost beranu ve všech bodech jeho pohybu. Systém dále umí odměřit reálnou pozici beranu, kterou ovlivňuje deformace rámu stroje. Deformace rámu je různá a odvíjí se od síly ohýbaného materiálu. Dále systém DBR spolupracuje se servo hydraulickou regulací pracovních válců. Tento systém firma Ursviken představila už v roce 1978. Tento způsob zajištění rovnoběžnosti beranu řízením obou válců při plném kontinuálním zatížení mimo osu ohýbání, umožňuje opakovatelně přesné ohýbání bez ohledu na deformaci rámu. Ke standardnímu vybavení stroje patří systém ATC, který redukuje zmetkovitost výrobků z důvodu nestejně tloušťky materiálu. Tento systém má schopnost snímat tloušťku materiálu z leva do prava a tím získává nad konkurencí výhodu.



**Obr. č. 8 – CNC řízené bombírování**

Další věcí, která stojí za zmínku je CNC řízené bombírování, které kompenzuje prohnutí beranu. Jestliže se požadují přesné ohyby, bombírování plně koriguje deformace beranu a požadovaný ohýbaný úhel je stálý v celé délce ohybu. Celý systém bombírování je integrován ve stole stroje.

Stůl je vyroben s drážkou uprostřed pro použití jednoduchých V matric, které jsou upínány přímo na stůl. Stroj disponuje technologií aktivního měření úhlů, bez ohledu na tloušťku plechu, nebo kvalitu materiálu. Zadní doraz je konstruován pro dobrou přístupnost a přesnost a může být použit po celé délce stroje. Pro přesné pozicování ohýbaného plechu je stroj vybaven CNC klopnou podporou ohýbaného plechu. Tato podpora podepírá plech během ohýbání.

Výrobce nezapoměl ani na bezpečnost obsluhy a vybavil stroj světelnou závorou, ochranné kryty hydraulických válců a plastovými kryty po stranách stroje. Řídicí systém stroje, je umístěn na ergo panelu s kterým lze pohybovat po celé délce stroje. Panel má 15“ display, na kterém se znázorňuje ve tří-rozměrném zobrazení výrobek.

CNC systém automaticky nastaví všechny osy včetně tolerance ohybů, pojezdů, základních dorazů, počítání tonáže, indikace základního materiálu a optimalizace cyklu beranu.

### **Programování CNC:**

- Přímé programování úhlů
- Absolutní pozicování beranu pro přechování
- Rovinné programování vzoru
- Teach-in programování v produkčním módu
- Optimální cyklus vrchního mrtvého bodu pozice na každý ohyb
- Plně programovatelná změna rychlosti
- Systém optimalizuje pohyby zadních dorazů
- Programovatelné rychlosti ohýbání
- Programovatelný tlak a výdrž
- Programovatelné naklonění beranu
- Automatická kalkulace tonáže v závislosti na ohybané délce
- Automatický restart a kalibrace všech os
- Programovatelná nastavení nástrojů a programovatelná odchylka
- Kontrola limitní tonáže na každý nástroj
- Automatická kompenzace tloušťky materiálů

- Užití programovatelné bezpečnostní zóny pro každý individuální nástroj
- Absolutní nebo přírůstkové pozicování v ose X
- Kopírování
- Vkládání
- Automatické opakování sekvencí
- Počítání vyrobených dílů
- Charakteristika uživatelských programů, sortování
- On-line diagnostika a chybová hlášení
- Indikátor tonáže

| <b>Technické specifikace Ursviken Optiflex 200t</b>  |                       |
|--|-----------------------|
| Maximální lisovací síla                              | 2000 kN               |
| Maximální délka ohybu                                | 3100 mm               |
| Průchod mezi stojanem                                | 3100 mm               |
| Výška zdvihu   | 400 mm                |
| Maximální vzdálenost mezi lisovacím beranem a stolem | 500 mm                |
| Výška stolu  | 900 mm                |
| Šířka stolu  | 200 mm                |
| Rychlost volného sjíždění beranu                     | 170 mm/s              |
| Rychlost pracovního pohybu                           | 15 mm/s               |
| Nejmenší rychlost pro přesné nastavení beranu        | 1 mm/s                |
| Rychlost zpětného chodu                              | 150 mm/s              |
| Obsah hydraulického agregátu                         | 200 l                 |
| Instalovaný příkon                                   | 22 kW                 |
| Hmotnost stroje                                      | 15 000 kg             |
| Rozměry stroje (D x Š x V <sub>max</sub> )           | 4310 x 2320 x 3530 mm |

*Tab. č. 3 – Technické specifikace ohraňovacího lisu Ursviken Optiflex 200t*

## **2.8. Pracoviště – 6131**

Toto pracoviště je podle mého názoru to nejzajímavější a pro výrobu tramvajového podvozku i nejdůležitější. Nachází se zde CNC laser od firmy Trumpf. Konkrétně se jedná o model TruLaser 3200, který s vysokou přesností dělá výpalky z plechů. Když si postupně projdeme kusovník k rámu podvozku tramvaje, musí nám být jasné, že většina dílů pochází právě z tohoto pracoviště. Firma Trumpf byla založena v roce 1923 v Německém Stuttgartu a zabývá se výrobou špičkových strojů na zpracování plechů. Laser má vysokou produktivitu práce díky integrovanému výměníku tabulí plechu, který zkracuje vedlejší

časy na minimum. Výhodou je jedna řezací hlava pro všechny tloušťky plechu, ve které se automaticky mění řezací trysky. U laseru TruLaser 3200 vzniká laserový paprsek v plynném prostředí hélia, aktivním prostředím jsou zde molekuly oxidu uhličitého. Buzení je provedeno elektrickým výbojem, který zapaluje směs plynů tvořenou  $\text{CO}_2 + \text{N}_2 + \text{He}$ .

Nerezové oceli a hliníkové slitiny se řezou pouze dusíkem. Konstrukční oceli do tloušťky 2mm se dají řezat pouze vzduchem.

| <b>Technické specifikace TruLaser 3200</b> |                       |
|--|-----------------------|
| Pracovní rozsah osa X                      | 3000 mm               |
| Pracovní rozsah osa Y                      | 1500 mm               |
| Pracovní rozsah osa Z                      | 115 mm                |
| Max. tloušťka konstrukční ocel             | 20 mm                 |
| Max. tloušťka ušlechtilá ocel              | 12 mm                 |
| Max. tloušťka hliník                       | 8 mm                  |
| Max. souběžná rychlost os                  | 140 m/min             |
| Rozměry stroje (D x Š x V)                 | 9300 x 7600 x 2200 mm |
| Hmotnost                                   | 12 000 kg             |

**Tab. č. 4 – Technické specifikace laseru TruLaser 3200**



**Obr. č. 9 – TruLaser 3200 v akci**



## 2.9. Pracoviště – 6165

Na tomto pracovišti najdeme velkou horizontální vyvrtávačku WHA 13A od výrobce TOS Varnsdorf, která slouží pro finální opracování svařeného tramvajového podvozku. Vyvrtávačka je z roku 1980 a už pracovala jako NC stroj. Systém řízení stroje byl založen na principu děrných pásek. Děrná páska je staré záznamové médium. Je vyrobena z tenkého kartonu o tloušťce 0,08 až 0,1 mm, ve kterém jsou vyraženy kruhové nebo obdélníkové dírky. Šířka pásky byla normalizována a odvíjela se podle počtu záznamových stop. Na pásku se zaznamenávalo ve dvojkovém kódu. Jednička byla zaznamenána jako dírka a pro nulu zůstal papír nedotčen. Pro použití ve stroji se děrná páska vložila do čtecího zařízení, do paměti systému se načte jeden řádek na děrné pásce, který stroj vykoná. Po vykonání jednoho řádku se načte další řádek, který předchozí řádek přemaže. Po dokončení celého programu se děrná páska převine na začátek a program může být spuštěn znovu. Velká nevýhoda děrových pásek spočívá v úpravě programu. Pokud chceme provést určitou úpravu programu, musíme celou pásku vyděrovat znovu a tím dochází k velkým prostoje při výrobě.

Jelikož byla vyvrtávačka WHN 13A vybavena servomotory, kuličkovými šrouby lineárním odměřováním, tak přestavba na CNC stroj spočívala jen v koupi a instalaci systému řízení. Rozhodla se firma k tomuto kroku a zakoupila tento systém od firmy Heidenhain. Tuto vyvrtávačku chce podnik Krnovské opravny a strojírny v blízké době nahradit moderním CNC obráběcím centrem.



*Obr. č. 10 – Horizontální frézka WHN 13 A*

| <b>Technické parametry WHN 13A</b>  |   |
|---|---|
| Průměr pracovního vřetena   | 130 mm  |
| Výsuv pracovního vřetena  | 800 mm  |
| Otáčky pracovního vřetena<br>- 8 řad po stupních v geometrické řadě<br>- S možností procentní změny za chodu stroje v rozmezí 10 – 110% | 12,5 – 800 ot./min<br>1,25 – 900 ot./min                        |
| Průměr příruby dutého vřetena   | 280 mm  |
| Průměr (max.) středícího kuželu dutého vřetena  | 180 mm  |
| Max. krouticí moment na vřetenu (při ot. 12,5 - 31,5)   | 10 300 Nm   |
| Svislé přestavení osy pracovního vřetena (Y)  | 2000 mm   |
| Podélné přestavení stojanu (W)  | 1250 mm   |
| Příčné přestavení stolu (X)   | 2000 mm   |
| Upínací plochy stolu  | 1800 x 1600 mm  |
| Maximální zatížení stolu  | 120 kN  |
| Hmotnost stroje   | 35 000 kg   |
| Posuvy:<br>- I. Řada – všechny skupiny<br>- II. Všechny skupiny<br>- Rychloposuv – všechny skupiny<br>- Mikroposuv – všechny skupiny    | 2,5 – 160 mm/min<br>50 – 3200 mm/min<br>3200 mm/min<br>5 mm/min |
| Výkony elektromotorů:<br>- Stejnosměrný motor pohonu vřetena<br>- Stejnosměrný motor posuvů<br>- Ostatní menší motory celkem            | 38 kW<br>6 kW<br>5 kW   |
| Instalovaný příkon stroje   | 80 kVA  |
| Pracovní tlak okruhů v hydraulickém agregátu  | 5,8 – 6,5 MPa   |
| Množství oleje v nádrži   | 55 l  |
| Výkon čerpadla  | 5,2 l/min   |
| Pracovní tlak mazacího agregátu   | 0,03 MPa  |
| Množství oleje v nádrži   | 15 l  |
| Výkon čerpadla  | 0,5 l/min   |
| Zastavěná plochy  | 43 m <sup>2</sup>   |

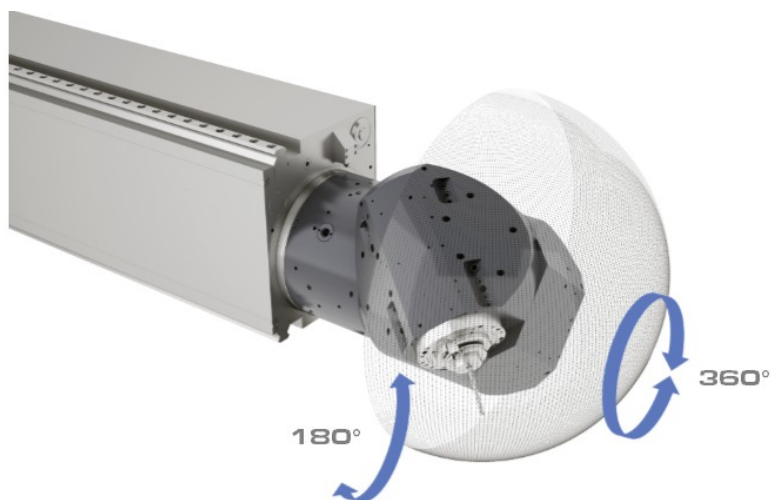
**Tab. č. 5 – Technické specifikace horizontální frézky WHN 13A**

Pětiosé CNC centrum dodá firma SHW Werkzeugmaschinen z německého Aalenu. Konkrétně to bude model Power Speed 5. Firma si od tohoto kroku slibuje zrychlení finálního opracování tramvajového podvozku. Při dnešním obrábění na horizontální frézce je zapotřebí používat speciálních přípravků a úhelníků, ve kterých je rám podvozku upnut. Dále se musí ručně měnit nástroje používané k obrábění podvozku. Dnes se rám

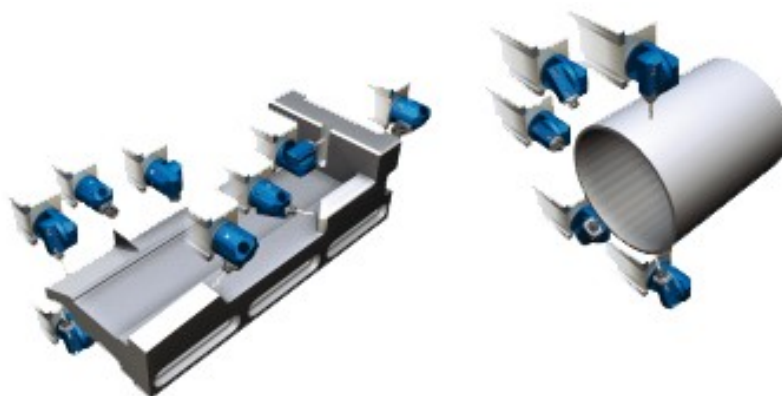


opracovává na 3 upnutí. V budoucnu se rám zajistí do upínacího přípravku a bude obrobena na jedno upnutí. Výrazně se tím sníží vedlejší časy.

Firma SHW má více než 70 let zkušeností s obráběcími stroji. Stroje jsou kompletně vyráběny v Německu a tím by měla být zajištěna jejich vysoká kvalita a spolehlivost. CNC centrum Power Speed 5 je vybaveno ortogonální frézovací hlavou, která je velmi kompaktní a dostane se i do špatně přístupných míst. Firma má padesátiletou zkušenost s výrobou frézovacích hlav, která je přínosem při konstrukci každé nové frézovací hlavy.



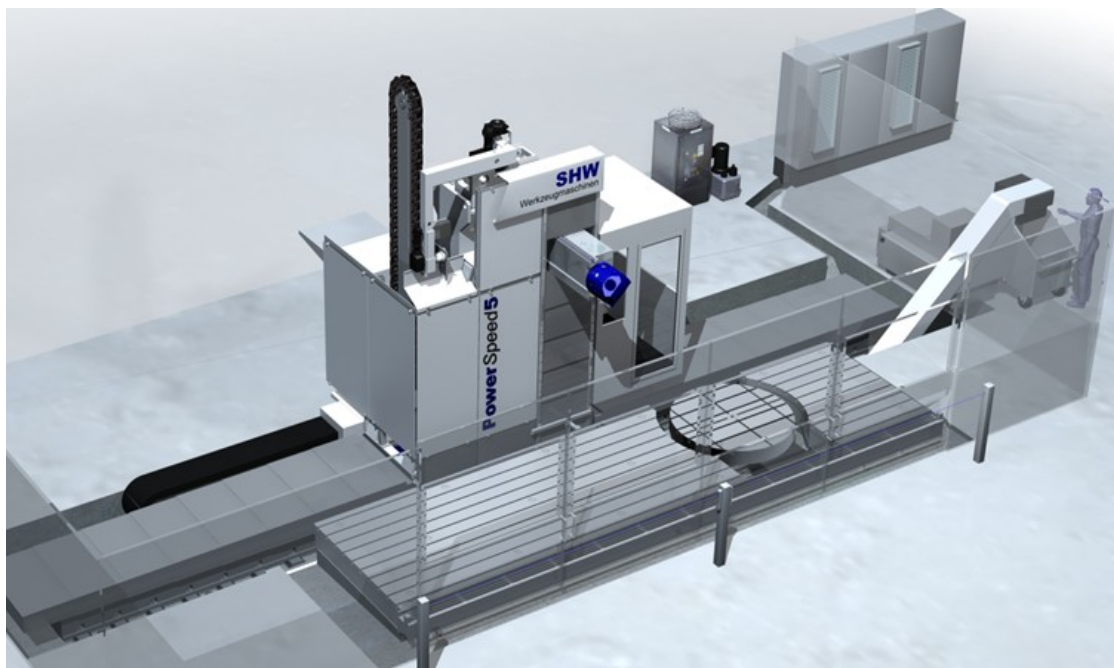
***Obr. č. 11 – Ortogonální frézovací hlava***



***Obr. č. 12 – Ukázka práce ortogonální frézovací hlavy***

| Technické specifikace SHW Power Speed 5 |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Posuv v ose X                           | 6000 mm                              |
| Posuv v ose Y                           | 2600 mm                              |
| Posuv v ose Z                           | 1200 mm                              |
| Osa A                                   | + 90° až -90°                        |
| Osa C                                   | 360°                                 |
| Indexace                                | 1°                                   |
| Přesnost dělení                         | ±3´                                  |
| Přesnost opakování na konci vřetene     | ±0,002 mm                            |
| Upínací zařízení                        | SR 50 DIN 69871                      |
| Počet naprogramovatelných poloh         | 64 800                               |
| Druh pohonu                             | kapalinou chlazený asynchronní motor |
| Vtahovací síla                          | 20 kN                                |
| Výkon pohonu                            | 30 kW                                |
| Krouticí moment                         | až 830 Nm                            |
| Rozsah otáček                           | 22 až 4000 ot./min                   |
| Přenos otáček                           | plynulý, přímý bez převodovky        |
| Posuv                                   | 2 až 30 000 mm/min                   |
| Rychloposuv                             | až 30 000 mm/min                     |
| Zrychlení                               | 3,5 m/s <sup>2</sup>                 |
| Druh pohonu                             | digitální střídavé servomotory       |
| Výměník nástrojů                        | 48                                   |
| Celkový příkon                          | 80 kVA                               |

**Tab. č. 6** – Technické specifikace obráběcího centra SHW Power Speed 5



***Obr. č. 13 – CNC centrum SHW Power Speed 5***

Pohon osy X je zajišťován prostřednictvím dvou elektricky spínaných elektromotorů a přenos hnací síly je proveden prostřednictvím ozubené tyče vedené středem lože stroje.

Lože stroje v plochém provedení tvoří základnu pro rychlý a bezpečný pojezd stojanu stroje podél osy X. Vodící plocha, která je široká 1000 mm ve spojení s kaleným valivým vedením zaručuje maximální přesnost. Sáně vřeteníku jsou vyrobeny z materiálu GGG 60 a jsou vedena ve stojanu stroje pomocí dvojice kalených valivých vedení. Pohon je zajišťován dvojicí vertikálních vřeten s kuličkovým šroubem a samostatnými pohony, systémy měření a CNC osami. Tímto je zajištěno dynamické a dlouhodobě přesné zrychlení vertikální jednotky.

#### **Mazání stroje:**

- Vodící plochy – pulzní centrální mazání
- Hlavní vřeteno – mazání trvalou tukovou náplní
- Frézovací hlava – mazání olejovou mlhou

Přípojky energií jsou provedeny pomocí stlačeného vzduchu 4 až 6 bar. Digitální řízení pohonu má na starosti systém Heidenhain iTNC530. Tento systém zobrazuje na 15“ display, důležité informace pro obsluhu stroje.

### **Zobrazované informace na display:**

- aktuální záznam
- předchozí záznam a dva následující záznamy
- zadávání programu s grafickou podporou pracovního cyklu
- zobrazení chyb obsluhy a chybových hlášení
- samostatné zobrazení skutečných hodnot polohy
- dělené zobrazení „split screen“

### **Programování:**

- požadovaná poloha (absolutně, nebo v přírůstcích) v pravoúhlých nebo polárních souřadnicích
- přímka v 5 z 5 os (záleží na provedení stroje)
- kruh v 3 z 5 os (záleží na provedení stroje)
- číslo nástroje, oprava délky a radiusu nástroje
- otáčky vřetena a rychlý posuv
- tečné najíždění a opouštění obrysu
- šroubovice, zaoblené rohy a zkosené hrany
- rychlosti posuvu
- vyvolání programu v jiných programech
- opakování podprogramů a programových částí
- programování parametrů
- interpolace splajny

Obráběcí cykly pro vrtání a frézování – univerzální vrtací cyklus, frézování drážek, frézování kruhových drážek, dokončovací obrábění pravoúhlých kapes, dokončovací obrábění pravoúhlých čepů, dokončovací obrábění kruhových kapes, dokončovací obrábění kruhových čepů, bodový vzor na kružnici, bodový vzor na přímku.

Digitální řízení drah pro vrtání a frézování má na starosti systém Siemens 840 D.

### **Na display se zobrazují obsluze tyto informace:**

- aktuálně zpracovávaný záznam
- předcházející a následující záznam
- skutečná hodnota polohy, rozdíly mezi skutečnou a požadovanou hodnotou
- aktuální posuv
- otáčky vřetena
- G-funkce
- pomocná funkce
- název hlavního programu
- veškerá zadaná data, např. programy dílů, uživatelská data a data stroje
- texty nápovědy

### **CNC programování:**

- programovací jazyk (DIN 66 025 a rozšíření pro vyšší jazyk)
- správa programů dílů
- vyvolání hlavního programu z hlavního programu a podprogramu
- rozměrové hodnoty metricky nebo v palcích
- časově reciproční posuv
- cykly pro frézování a vrtání
- polární souřadnice
- asynchronní podprogramy
- číslo chodu podprogramu
- měkké najetí a odjetí
- **vyšší jazyk CNC s:**
  - uživatelskou proměnnou
  - předdefinovanými uživatelskými proměnnými (výpočtové parametry)
  - nepřímé programování
  - výpočtové a úhlové možnosti
  - srovnávací operace a logické vazby
  - mikrotechnika
  - funkce pro práci s řetězcí

**CNC funkce:**

- zrychlení s omezením rázu
- programovatelné zrychlení
- režim řízení drah s programovatelným zrychlením
- vyrovnávací paměť přísluvu – dynamická
- univerzální interpolátor NURBS
- šikmé obrábění FRAME
- koncepce FRAME

**Možnosti nulového bodu:**

- 99 nastavitelných posunů nulového bodu
- Programovatelné posuvy nulového bodu
- Externí přídavné posuvy nulového bodu

**Korekce nástroje:**

- 300 až 600 bloků pro korekci nástroje
- prediktivní rozpoznávání porušení obrysu
- korekce rádiusu nástroje v rovině se strategiemi najetí a odjetí a přechodovou kružnicí/přechodová elipsou na rozích zvenku

## 2.10. Pracoviště – 6311

Pracoviště 6311 je určené pro ruční svařování v ochranné atmosféře CO<sub>2</sub> a pro svařování elektrickým obloukem. Zde najdeme zařízení pro svařování plamenem, ale to v dnešní době najde využití spíše při rovnacích pracích. Jak svářečky pro CO<sub>2</sub>, tak pro svařování elektrickým obloukem dodala česká firma ESAB.

Jedná se o modely Origo Mig 410. Tento model svářečky pro metodu MIG/MAG je velmi robustní a výkonný, má stupňovou regulaci napájecího zdroje.

| Technické specifikace Origo Mig 410 |           |
|-------------------------------------|-----------|
| Hmotnost                            | 144 kg    |
| Hlavní přívod                       | 400 V/Hz  |
| Pojistka                            | 20 A      |
| Maximální výstup při 50% DZ         | 400 A     |
| Maximální výstup při 60% DZ         | 365 A     |
| Maximální výstup při 100% DZ        | 280 A     |
| Výkon na prázdno                    | 360 W     |
| Napětí na prázdno                   | 17 – 45 V |

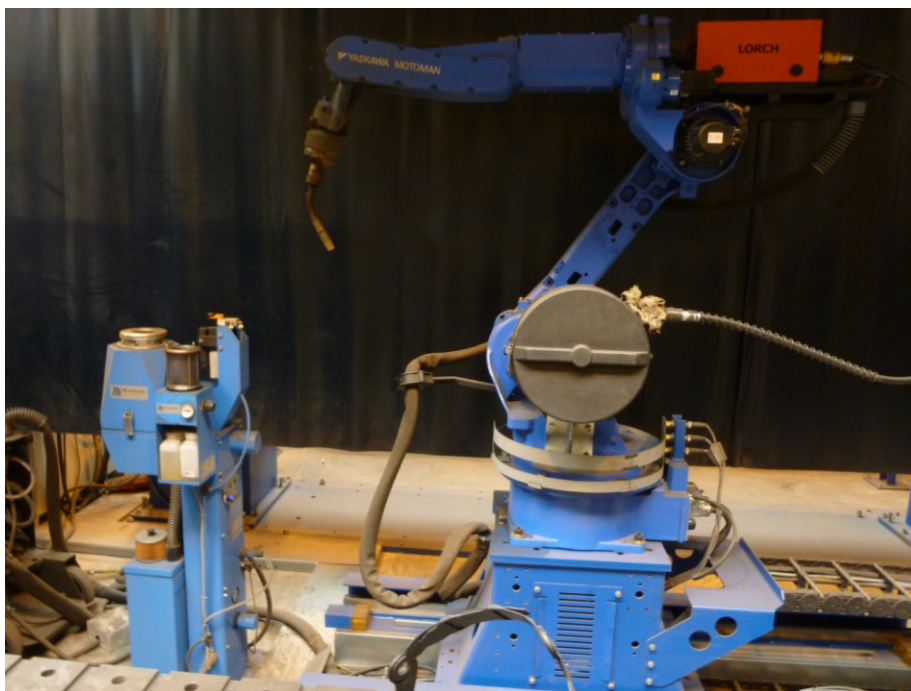
**Tab. č. 7 – Technické specifikace svářečky ESAB Origo Mig 410**



**Obr. č. 14 – ESAb Origo Mig 410**

## 2.11. Pracoviště – 6316

Zde je umístěn svařovací robot od firmy YASKAWA MOTOMAN model MA 1800, který je umístěn na hydraulickém pojezdu TSL-600-SN. Firma Yaskawa byla založena v roce 1915 v japonském Kitakyushu. Hydraulický pojezd zlepšuje pracovní dosah robota. Svařovací robot má oproti lidskému svářeči jisté výhody, ale i nevýhody. Mezi výhody patří, že u něj neexistuje třes rukou, rychlost a sklon svařování je konstantní.



**Obr. č. 15** – Svařovací robot Motoman MA 1800

Dále robot zvládá na jeden steh zaplnit větší drážku pro svár. Jediná nevýhoda, která mně napadá je, že robot nedokáže reagovat na nepřesnosti výroby, kdežto svářeč takovou nepřesnost většinou hravě přestehuje. Robot je vybaven dotykovým snímáním začátku sváru (jakmile se drát dotkne svařovaného materiálu, ihned začne svařovat). Jako další výhodu můžeme vyzdvihnout samočištění svařovacího hořáku. Hadice s médií je vedena za robotem a je tak chráněna. To umožňuje robotu lepší přístup ke svařovaným dílům. Tato konstrukce navíc výrazně zvyšuje životnost kabelů i hadic. Díky tomuto řešení se eliminuje “efekt zesílení”, který je typický pro konvenční systémy přísunu.

| <b>Technické specifikace MOTOMAN-MA 1800</b> |           |
|--|-----------|
| Maximální pracovní dosah                     | 1807 mm   |
| Maximální užitečné zatížení                  | 15 kg     |
| Opakovatelnost                               | ± 0,08 mm |
| Hmotnost                                     | 350 kg    |
| Požadavky na výkon                           | 5 kVA     |
| Počet řízených os                            | 6         |
| Maximální rychlost osa – S                   | 195°/s    |
| Maximální rychlost osa – L                   | 175°/s    |
| Maximální rychlost osa – U                   | 190°/s    |
| Maximální rychlost osa –R                    | 380°/s    |
| Maximální rychlost osa – B                   | 340°/s    |
| Maximální rychlost osa – T                   | 560°/s    |

**Tab. č. 8** – Technické specifikace svařovacího robotu MOTOMAN – MA 1800



## 2.12. Pracoviště – 7142

Pracoviště 7142 je určeno pro otryskávání nejen podvozků, ale všech větších dílů, které je třeba zbavit mechanických nečistot. Tryskání probíhá v tryskací kabině, která se pyšní rozměry 30 m na délku 6,5 m na šířku a 6 m na výšku. Díky těmto rozměrům se zde tryskají i celé vagóny. Tryskání probíhá za pomoci tlakového vzduchu, který se smísí s abrazivem ve směšovací trysce. Po stěnách a na stropě tryskací komory jsou umístěny velké gumové pásy, které zachycují kinetickou energii letící drtě a zároveň chrání zdi před poškozením. Komora je dvoupatrová, kde první patro je ve výšce 1,2 m a druhé 3,5 m. Ve stropě jsou umístěny výkonné odsávací vzduchu, které ženou vzduch přes filtry a následně je vyčištěný vzduch vyváděn ven. Tryskací komora má podlahu tvořenou z roštů. Je to z důvodu, aby tryskací abrazivum mohlo propadávat do jámy, kde jsou umístěny hrabla, které stahují abrazivum ke šnekovému podavači. Šnekový podavač vytlačí použité abrazivum do čističe, kde dělicí síta o různých hrubostech roztřídí použité abrazivum a nečistoty. Nečistoty a nadměrně opotřebované abrazivum jsou následně oddělovány do nádoby určené na odpad. Použitelné abrazivum padá zpět do zásobníku, odkud putuje do tryskače a následně se smísí s tlakovým vzduchem. Pro tryskání ocelových předmětů se používá ocelová drť o hrubosti zrna od 0,4 až 1,2 mm. K tryskání nerezových materiálů slouží korund. Složení směsi je následující 80% ocelové drtě, je tvořeno zrny o průměrech 0,7 až 0,8 mm, 10% připadá na zrna průměru 0,8 až 1,2 mm a zbylých 10% směsi tvoří zrna o průměrech 0,7 až 0,4 mm. Tento poměr složení směsi mají ve firmě odzkoušený. Na povrch otryskaný touto směsí velmi dobře přilne základní barva a zároveň povrch nemá příliš hrubou strukturu. Pokud by byl povrch po tryskání příliš hladký mohla by na něm špatně držet základní barva. Naopak, když budeme tryskat příliš hrubou směsí, bude povrch pórovitý a lakýrníci budou muset spotřebovat velké množství barvy, aby zaplnili malé krátery po tryskání. Také je důležité zmínit, že před samotným tryskáním se všechny předměty musí zbavit mastnoty. Pokud se předměty před tryskáním neodmastí, dojde k rychlému znehodnocení tryskací směsi, také mastný povrch se déle musí tryskat, což je nevýhodné z ekonomického hlediska.

## 2.13. Pracoviště – 7141

Na tomto pracovišti se provádí odmašťování a lakování podvozku. Po tryskání se podvozek ještě jednou odmastí, zbaví se zbývajících nečistot a tím je připraven k finální operaci – lakování. Povrch podvozku se ostříká tlakovou horkou vodou (91 – 100°C) s příměsí odmašťovací chemie. Odmašťování se provádí v odmašťovacím boxu od České

firmy Ekol. Součástí boxu je i malá čistička, která upravuje Ph vody a také odfiltruje nečistoty naplavené z povrchu odmaštěných součástí. Po odmaštění je podvozek připraven k nanášení základní barvy, která se nanáší v lakovacím boxu. Základní barva je dvousložková epoxidová, barva má tmavě žlutý odstín a tloušťka nanášené vrstvy se pohybuje kolem 80  $\mu\text{m}$ . Po základním nástřiku putuje celý podvozek do sušící pece, kde při teplotě 80°C barva dokonale uschne. Poté se podvozek vydělá z pece, nechá se vychladnout a je připraven na nástřik druhé vrstvy. Druhou vrstvu tvoří krycí email, který má tmavě šedý odstín a nanáší se v tloušťce 40  $\mu\text{m}$ . Po nástřiku putuje podvozek opět do pece, kde se nechá uschnout. Po vytažení z pece a následné pohledové kontrole lakýrníka je podvozek připraven k montáži na tramvaj.



*Obr. č. 16 – Tramvajový podvozek na svařovně*

### 3 Racionalizace postupu výroby rámu podvozku

#### 3.1. Současný stav

Firma KOS dosud používá pro obrábění rozměrnějších svařenců CNC horizontální vyvrtávačku WHN 13A, jedná se o stolovou horizontální frézku s počátku 80. let, výrobce TOS Varnsdorf, která používá pro přesazení xové osy pohyb stolu v podélném směru. Tento posuv zajišťuje základní podstavec, nevýhodou tohoto řešení je, že regulační motor je nucen přesouvat plnou váhu pracovního stolu i s obrobkem, čímž nelze dosáhnout vyšších rychlostí při zrychlených interpolacích. Výhodou je, že stůl je možné otáčet kolem osy ve 360°. Stoly u takto koncipovaného stroje mají omezený rozměr, v tomto případě 1600 x 1200mm. Počítáme-li s plochou potřebnou pro umístění upínacích zařízení je funkční plocha a tím i maximální rozměr obrobku velmi omezen.

Pro posuv v příčné ose je použito přesazení stojanu. Výhodou tohoto řešení je, že délka nástroje neovlivní polohu obrobku na pracovním stole. Lze tedy využít plně jeho šířky. Nevýhodou je vyšší náročnost základního odlitku.

Svislá osa (Y) je zde řešena pohybem vřeteníku po stojanu. Hmota vřeteníku je vyvažována protizávažím umístěným ve vnitřní části stojanu. Pohon je řešen jediným kuličkovým šroubem umístěným v těžišti vřeteníku. Přesto že vřeteník má dvojité obdélníkové vedení, není možné zajistit vyvážení vřeteníku při frézování ve svislé ose. Stroj používá původní DC regulační motory Tesla, které zajišťují velmi pomalé a nepřesné najetí pracovních os do požadovaného bodu. Původní děrnopásková řídicí jednotka byla nahrazena řídicím systémem Heidenhain, který v tomto případě obsluhu ovládá připojený DC měnič (z důvodu původních motorů, který se přepíná mezi tři osy). Tím je dáno, že stroj může jak v pracovním, tak ve zrychleném režimu používat vždy jen jednu osu. Jedná se tedy o řízený, ale pravoúhlý pohyb.

#### **Z toho vyplývají následující omezení:**

- 1) Nemožnost obrábění jakýchkoliv křivek, úkosů či radiusů
- 2) nemožnost používat kruhových interpolací pro frézování otvorů

Omezení z toho vyplývající dále zvyšují počet upnutí a vynucují si při frézování otvorů a kruhových vybrání používat hrubovací a dokončovací tyče, které musí být nastaveny na konkrétní rozměr. Nelze též používat standardní cykly, jako je například frézování závitů, zapychování, atd.

Uložení a pohon vřetene zůstaly původní, tedy v rozsahu 12,5 – 800 ot./min, což neumožňuje pro nástroje se slinutých karbidů a pro nástroje s menším průměrem dosáhnout požadovaných řezných rychlostí.

Jelikož se jedná o stroj střední velikosti (série 06) jsou přesazení v jednotlivých osách omezeny (rozměry v tabulce viz.....). Rozměry stroje a tedy maximální zdvih os, spolu s rozměry pracovního stolu a omezenými danými pravoúhlým režimem obrábění jsou důvodem pro nutnost mnohačetného upínání při frézování složitějších obrobků.

Jelikož stroj nedisponuje žádným systémem automatické výměny nástrojů, je nutné provádět výměny nástrojů ručně. Stroj před každou výměnou nástroje čeká na obsluhu. Použitý systém řízení disponuje pouze standartním alfa numerickým displayem k zápisu znaků a umožňuje tedy pouze zápis programu v ISO režimu. Nedisponuje žádným typem grafických simulací.

**Má li být učiněno pokroku je nutné, aby nový frézovací stroj řešil tyto body:**

- 1) Zajistit dostatečný rozsah pracovních os
- 2) Zredukovat počet upnutí nutných pro obrobení rámu
- 3) Zajistit proporcionální pohyb os v pracovních režimech (vícerou interpolací)
- 4) Zajistit takový rozsah otáček vřetene, který umožňuje dosažení potřebné řezné rychlosti pro celou škálu použitých nástrojů
- 5) Zajistit, aby zrychlené interpolace stroje a výměna nástrojů v pracovním vřetenu, které tvoří značnou část neproduktivních časů byli co nejkratší
- 6) Zajistit maximální přístupnost pracovního stolu stroje pro obsluhu a manipulaci s obrobkem
- 7) Zajistit přehledný a uživatelský komfortní systém ovládání a programování stroje

### **3.2. Budoucí stav**

Těchto popsaných sedm bodů určuje výběr stroje budoucího. Je nutné zvážit všechny dostupné vyráběné koncepce a modifikace moderních vícerých obráběcích center. Většina výrobců, ve snaze uspokojit přání zákazníků vyrábí velká horizontální centra jako sestavy jednotlivých vzájemně kompatibilních komponent. Všechny požadavky lze tedy do značné míry vyřešit vhodou konfigurací stroje. Firmy za tímto účelem disponují takzvanými grafickými konfiguratory, což je firemní software, který má zákazníkovi přiblížit podobu finálního stroje. Jsou k dispozici různé typy pracovních desek, stojanů, vřeteníků, kombinace pohonů, typů hlav a systémů. Má li budoucí stroj splňovat nároky firmy

v současném způsobu financování takto drahých projektů s příspěvkem evropských fondů, musí být výběrové řízení napsáno tak, aby všechny tyto požadavky obsahovalo.

Po prozkoumání výrobních programů předních výrobců CNC obráběcích center a provedení zkušebních konfigurací na firemních konfigurátorech nám jako nejvhodnější řešení splňující těchto sedm základních kritérií vychází pětioké frézovací centrum firmy SHW tip Power Speed 5. Tento stroj má ve své základní podobě prostorovou řízenou indexovanou frézovací hlavu. Toto centrum disponuje představitelnou pětiosou hlavou, která dokáže měnit sklon pracovní osy v plném režimu poloviny koule při indexaci  $1^\circ$  (Indexace je minimální hodnota o kterou se dokáže osa přesunout, nelze však toto použít v pracovním cyklu – nejedná se o pracovní interpolaci). Výsledkem tohoto spřaženého pohybu v pěti osách je stav, kdy dosáhneme přiblížení jakéhokoli bodu obráběného kvadrantu v jakémkoli konvexním úhlu. Lze tedy obrábět plochy, které nejsou vůči sobě rovnoběžné. To umožňuje výrazně zredukovat počet upnutí a tím eliminovat technologické časy. Nevýhodou tohoto řešení je nemožnost vyvrtávání dlouhých otvorů, u kterých se předpokládá zanoření vřetene. Pracovní vřeteno u tohoto typu stroje se nedá vysouvat (osa W). Nelze tedy nahradit standardní proces vyvrtávačky. Zároveň je nutné počítat s poklesem tuhosti a kroutícího momentu. V režimu horizontálního vyvrtávání je hlava koncipována tak, že nepřesahuje průřez smykadla. Je tím zajištěna dostupnost obráběných ploch, ležících v blízkosti pracovních desek i vůči sobě. Tato metoda stavby obráběcích strojů však zároveň klade vysoké nároky na složitost konstrukce stroje, neboť se násobí počet pohonů a jejich řízených os, a souřadnicová soustava se musí v reálném čase přizpůsobovat a přepočítávat aktuálnímu nastavení pracovní osy, která je proměnná. Upínací deska je uložena pevně ve fundamentálu, podélná osa je realizována posuvem stojanu X, svislá osa Y je řešena pohybem vřeteníku a příčná osa Z je vysuv smykadla. Motory přesouvají stroj a ne stůl s celou vahou obrobku. Pohon stroje obstarávají dva hydromotory, které jsou synchronizované. Stroj se pohybuje v ose X pomocí ozubeného hřebene a dvou ozubených kol. Jedno kolo je stále ve skluzu a tím vymezuje zubovou vůli a stroj je naprosto přesný.

### **3.3. Postup při obrábění rámu podvozku WHN 13A**

Nyní zde popíšu postup obrábění svařeného rámu, jak probíhá doposud. Pracovní postu pro obrábění na CNC centru je zatím ve vývoji. Předběžně je spočítáno, že by nové CNC centrum mělo ušetřit 3h 30min z výroby rámu podvozku.

#### **A) Upnout na úhelníky, podložit, vyrovnat**

- 1) Upnout na stůl, vyrovnat.
- 2) Frézovat čela návarků na výšku  $H=10\text{mm}$  od roviny plechů – výchozí rovina pro obrábění. (Tvar návarků je změněn pro usnadnění upínání. Výšku návarků  $H=10\text{mm}$  není nutno dodržet, při ustavování je třeba vycházet s roviny přírub a jejich vzdálenosti od upínací plochy stolu).
- 3) Frézovat čela přírub na  $L=235\text{mm}$  od výchozí roviny, vrtat a dokončit 2x otvor  $D=50\text{mm}$   $H10$ , srazit hranu  $1,5 \times 45^\circ$  - řez D-D.
- 4) Frézovat horní plochu plechů - 2 ks na  $H=210\text{mm}$  od výchozí roviny.

#### **B) Otočit stůl o $90^\circ$**

- 5) Frézovat čela nábojů zespod na  $L=202\text{mm}$  od roviny plechu - pohled J, frézovat čela shora na celkovou délku nábojů  $L=100\text{mm}$ , vrtat a dokončit 2x otvor  $D=32\text{mm}$   $H10$ , frézovat a dokončit 2x osazení  $D=36\text{mm}$   $H8 \times 25$  (dolní strana), srazit hrany  $30 \times 1^\circ$ .
- 6) Frézovat čela dolních návarků v přesazení  $H=49\text{mm}$  od čel vnějších přírub.

#### **C) Upnout opracovanou plochou návarku na uhelníky, podložit, vyrovnat, zpevnit**

- 7) Frézovat čela vnějších přírub na  $H=187\text{mm}$  od upínací roviny.
- 8) Frézovat čela vnitřních přírub v převýšení  $H=80\text{mm}$ .
- 9) Frézovat 8x výkružek  $D=120\text{mm}$   $G8 \times 8$  v ose přírub – vzdálenost os  $L=450\text{mm}$ .
- 10) Vrtat 8x4 otvory  $D=18\text{mm}$  na přírubách, zarovnat čela ze zadní strany do  $D=32\text{mm}$ .
- 11) Frézovat 2x čela plechů na  $L=590\text{mm}$  od osy oblouků (předfrézované pomocné plošky), vrtat 2x8 otvorů  $D=24\text{mm}$ , podfrézovat ze zadní strany kotoučovou frézou (namísto čel otvorů  $D=42\text{mm}$ ) – přechodový rádius  $R1,6$  (nesmí být ostrá hrana).
- 12) Frézovat 4x čela krajních přírub na rozteč  $L=706\text{mm}$ .
- 13) Frézovat a dokončit 2x osazení  $D=36\text{mm}$   $H8 \times 25$  – horní strana nábojů (pohled J), srazit hrany  $30 \times 1^\circ$ .

#### **D) Položit na stůl plochou návarku, vyrovnat, zajistit**

- 14) Frézovat 2x výkružek  $D=90\text{mm}/R3\text{mm}$  k míře  $H=18 \pm 0,2$  – řez D-D.
- 15) Frézovat vnitřní čela lůžek na rozteč  $L=80\text{mm}$ .
- 16) Frézovat plošku  $L=25\text{mm}$  od osy lůžek.
- 17) Frézovat drážku  $S=25 \pm 0,3/20 /R4$  do hloubky  $L=28\text{mm}$ .

18) Vrtat 2 otvory pro závit D=10,2x20mm v rozteči L=110mm, řezat 2x závit M12x1,5 - očistit

N á s t r o j e: stopková fréza upravená na profil drážky

Při frézování je nutno brát zřetel na dodržení síly přírub minimálně 18 mm

Po frézování kompletně odjehlit a očistit.

### 3.4. Výpočty celkového výrobního času rámu podvozku

Pro přehlednost přidávám tabulku s výrobními časy ze všech pracovišť, kterými podvozek tramvaje prochází. V tabulce je i celkový součet všech výrobních časů.

| <b>Porovnání výrobních časů WHN 13A x SHW Power Speed 5</b> |            |                   |
|---|------------|-------------------|
| pracoviště  | WHN 13A    | SHW Power Speed 5 |
| 6111  | 1,23       | 1,23              |
| 6112  | 0,86       | 0,86              |
| 6115  | 8,06       | 8,06              |
| 6119  | 11,94      | 11,94             |
| 6121  | 13,79      | 13,79             |
| 6122  | 0,46       | 0,46              |
| 6131  | 1,79       | 1,79              |
| 6165  | 22,71      | 1,07              |
| 6166  |            | 18,25             |
| 6311  | 174,08     | 173,64            |
| 6316  | 3,37       | 3,37              |
| 7141  | 0,25       | 0,58              |
| 7142  | 0,75       | 0,75              |
| celkem (hodin)  | 239,28     | 235,78            |
| rozdíl v čase (hodin)                                       | <b>3,5</b> |                   |

*Tab. č. 9 – Výrobní časy všech pracovišť*

#### 4 Technicko – ekonomické zhodnocení navrhovaného řešení

Z porovnání celkových výrobních časů je zřejmé, že kdyby firma zakoupila CNC centrum jen za účel, snížení výrobního času na jednom typu tramvajového podvozku, tak se jí vložená investice nikdy nevrátí. Krnovské opravny a strojírny hodlají na CNC centrum brát i externí zakázky, kterých v dnešní ekonomicky složité době není mnoho, ale situace se určitě zlepší. Je také třeba vidět, že když firma nebude investovat do nových technologií, nemusí být za určitou dobu konkurenceschopná. To se samozřejmě projeví na kvalitě a ceně jejich výrobků. Proto si myslím, že zakoupení CNC centra je pro rozvoj firmy nevyhnutelná záležitost. Krnovským opravnám a strojárnám výrazně pomohlo, že na koupi centra dostala část peněz z EU. Vzhledem k tomu, že firma nemá spočítány náklady na provoz jednotlivých strojů, nebylo tak možné vypočítat přesnější dobu návratnosti investice. Také se ještě přesně neví, jaké budou v reálném provozu náklady na stroj. Proto si nyní pouze nastíním předpokládanou dobu návratnosti vložené investice do CNC centra.

Celková cena stroje: 20 000 000 Kč

Dotace z EU: 8 000 000 Kč

Firma zaplatila: 12 000 000 Kč

Předpokládaná vytiženost stroje za rok: 4450 normohodin

Předpokládaná vytiženost stroje za měsíc: 370 normohodin

Hodinová sazba stroje: 1170 Kč => z této částky jde na odpis stroje 470 Kč

Měsíční odpis činí: 174 291 Kč

Roční odpis činí: 2 091 500 Kč

---

Z tohoto hrubého výpočtu vyplývá, že CNC centrum by se mělo zaplatit za necelých **6 let**.



## **Závěr**

Celá bakalářská práce, jak již vyplývá z předchozích kapitol, je zaměřena na zefektivnění výroby rámu tramvajového podvozku. K tomu byla zapotřebí velké investice na zakoupení CNC centra, která značně snížila celkový výrobní čas tramvajového podvozku. Je to dáno hlavně tím, že CNC centrum má naklápěcí pracovní osu, která umožňuje obrábět na jedno upnutí celý rám podvozku. Další problém, který se CNC centrem odstraní, je nedostatečný pracovní rozsah os. Snažil jsem se popsat jednotlivé kroky výroby tak, jak jdou za sebou. Projekt vycházel z konkrétních potřeb společnosti Krnovské opravy a strojírny. Názorně jsem v práci uvedl strojní vybavení potřebné pro výrobu podvozku a popsal stávající technologii výroby. Nastínil jsem zde časový harmonogram návratnosti vložených nákladů.

Dále jsem si uvědomil, jak je složité tramvajový podvozek zkonstruovat a posléze vyrobit. Pokud se chce podnik Krnovské opravy a strojírny nadále udržet na špici ve svém oboru a upevnit svou konkurenceschopnost v podmínkách našeho, ale i světového tržního systému, musí neustále inovovat své strojní vybavení a výrobky. Takto zjištěné informace bude muset zahrnout do rozvoje marketingové strategie firmy.

Tvorba mé bakalářské práce pro mě znamenala velkou příležitost seznámit se s každodenní činností chodu firmy a umožnila mi tak rozšířit své poznatky z praxe.

## Seznam použité literatury

- [1] *Wikipedie* [online]. 2011 [cit. 17-1-2011]. Tramvajová doprava v USA. Dostupné z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Tramvajov%C3%A1\\_doprava\\_v\\_USA](http://cs.wikipedia.org/wiki/Tramvajov%C3%A1_doprava_v_USA)>
- [2] *Wikipedie* [online]. 2013 [cit. 11-3-2013]. Tramvajová doprava. Dostupné z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Tramvajov%C3%A1\\_doprava](http://cs.wikipedia.org/wiki/Tramvajov%C3%A1_doprava)>
- [3] Krnovské opravny a strojírny s.r.o. – 125 let založení firmy, Ing. Marek Rybníček, KOS s.r.o. 1998
- [4] HAVRILA, Michal; ZAJAC, Jozef; BRYCHTA, Josef; JURKO, Jozef; [I]Top trendy v obrábění, I. část – Obráběné materiály.[/I] Žilina : Media/ST, s.r.o Žilina, 2006. 205 s. ISBN 80–968954–2–7.
- [6] Podniková dokumentace

## Seznam příloh

### Seznam obrázků

- Obr. č. 7- Na obrázku jde nejlépe vidět, jaký pokrok udělala tramvajová doprava - str.12*
- Obr. č. 8 - Historické foto z roku 1872 - str.13*
- Obr.č. 9. - Podvozek pro transportní vůz na vyvážení vyhořelého radioaktivního paliva- str.14*
- Obr. č. 10 - Automatická pásová pila Bianco A 370 - str.17*
- Obr. č. 11 – Sklad hutního materiálu - str.17*
- Obr. č. 6 - Hydraulické nůžky ThruShear 5163 - str.19*
- Obr. č. 7 – Ohraňovací lis Ursviken Optiflex 200 t - str.20*
- Obr. č. 8 – CNC řízené bombírování - str.21*
- Obr. č. 9 – TruLaser 3200 v akci - str.24*
- Obr. č. 10 – Horizontální frézka WHN 13 A - str.25*
- Obr. č. 11 – Ortogonální frézovací hlava - str.27*
- Obr. č. 12 – Ukázka práce ortogonální frézovací hlavy - str.27*
- Obr. č. 13 – CNC centrum SHW Power Speed 5 - str.29*
- Obr. č. 14 – ESAb Origo Mig 410 – str.33*
- Obr. č. 15 – Svařovací robot Motoman MA 1800 - str.34*
- Obr. č. 16 – Tramvajový podvozek na svařovně – str.*

### Seznam tabulek

- Tab. č. 10 – Technické specifikace plátové pily Bianco 370 A - str.16*
- Tab. č. 11 – Technické specifikace hydraulických nůžek Thrushear 5163- str.19*
- Tab. č. 12 – Technické specifikace ohraňovacího lisu Ursviken Optiflex 200t - str.23*
- Tab. č. 13 – Technické specifikace laseru TruLaser 3200 - str.24*
- Tab. č. 14 – Technické specifikace horizontální frézky WHN 13A - str.26*
- Tab. č. 15 – Technické specifikace svářečky ESAB Origo Mig 410 - str.33*

### Seznam příloh

- Příloha č. 1. – Kusovník – str.*
- Příloha č. 2. – Pracovní postupy str.*

## Příloha č. 1

| Kusovník |                   |                    |                 |          |
|----------|-------------------|--------------------|-----------------|----------|
| P.č.     | Název             | Vstupní materiál   | Číslo výkresu   | Množství |
| 1        | RÁM PODVOZKU      |                    | Kr60-01-100/i   | 1        |
| 2        | PODÉLNÍK          | Úhelník 20x20x3    | Kr60-01-101/d   | 2        |
| 3        | ZÁKRYT LEVÝ       | Plech 12x2000x1500 | Kr60-01-118/2 a | 1        |
| 4        | ZÁKRYT PRAVÝ      | Plech 12x2000x1500 | Kr60-01-118/1 a | 1        |
| 5        | PODLOŽKA SVARU 10 | Plech 4x1500x3000  | Kr35-01-940/a   | 2        |
| 6        | PODLOŽKA SVARU 11 | Plech 4x1500x3000  | Kr35-01-128/a   | 2        |
| 7        | VÝZTUHA VNITŘNÍ   | Plech 10x2000x1500 | Kr60-01-129     | 4        |
| 8        | PÁSNICE HORNÍ     | Plech 15x2000x1500 | Kr60-01-130/c   | 1        |
| 9        | PÁSNICE SPODNÍ    | Plech 15x2000x1500 | Kr60-01-113     | 1        |
| 10       | PÁSNICE PRAVÁ     | Plech 10x2000x1500 | Kr60-01-193/1   | 1        |
| 11       | PÁSNICE LEVÁ      | Plech 10x2000x1500 | Kr60-01-193/2   | 1        |
| 12       | STOJINA HAVNÍ     |                    | Kr60-01-104/a   | 1        |
| 13       | STOJINA 1         | Plech 10x2000x1500 | Kr60-01-114/1 a | 1        |
| 14       | PODLOŽKA SVARU 1  | Plech 4x1500x3000  | Kr35-01-931     | 1        |
| 15       | PODLOŽKA SVARU 2  | Plech 4x1500x3000  | Kr35-01-932     | 2        |
| 16       | PODLOŽKA SVARU 3  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-195     | 2        |
| 17       | PODLOŽKA SVARU 4  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-115     | 1        |
| 18       | PODLOŽKA SVARU 5  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-116/a   | 2        |
| 19       | ŽEBRO             | Plech 8x2000x1500  | Kr60-01-197     | 2        |
| 20       | ŽEBRO             | Plech 8x2000x1500  | Kr35-01-918/a   | 2        |
| 21       | ŽEBRO             | Plech 8x2000x1500  | Kr60-01-117/a   | 2        |
| 22       | STOJINA PRAVÁ     | Plech 8x2000x1500  | Kr60-01-187     | 1        |
| 23       | STOJINA PRAVÁ     | Plech 8x2000x1500  | Kr60-01-189/1   | 1        |
| 24       | PODLOŽKA SVARU 7  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-911     | 1        |
| 25       | PODLOŽKA SVARU 8  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-912     | 1        |
| 26       | PODLOŽKA SVARU 9  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-913     | 1        |
| 27       | STOJINA LEVÁ      | Plech 8x2000x1500  | Kr60-01-188     | 1        |
| 28       | STOJINA LEVÁ      | Plech 8x2000x1500  | Kr60-01-189/2   | 1        |
| 29       | PODLOŽKA SVARU 7  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-911     | 1        |
| 30       | PODLOŽKA SVARU 8  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-912     | 1        |
| 31       | PODLOŽKA SVARU 9  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-913     | 1        |
| 32       | STOJINA PRAVÁ     | Plech 8x2000x1500  | Kr60-01-190     | 1        |
| 33       | STOJINA PRAVÁ     | Plech 8x2000x1500  | Kr60-01-192/1/a | 1        |
| 34       | PODLOŽKA SVARU 7  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-911     | 1        |
| 35       | PODLOŽKA SVARU 8  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-912     | 1        |
| 36       | PODLOŽKA SVARU 9  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-913     | 1        |
| 37       | STOJINA LEVÁ      | Plech 8x2000x1500  | Kr60-01-191     | 1        |
| 38       | STOJINA LEVÁ      | Plech 8x2000x1500  | Kr60-01-192/2/a | 1        |
| 39       | PODLOŽKA SVARU 7  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-911     | 1        |
| 40       | PODLOŽKA SVARU 8  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-912     | 1        |
| 41       | PODLOŽKA SVARU 9  | Plech 4x1500x3000  | Kr60-01-913     | 1        |
| 42       | NARÁŽKA PŘÍČNÁ    |                    | Kr60-01-120/a   | 1        |

|    |                    |                                    |                 |   |
|----|--------------------|------------------------------------|-----------------|---|
| 43 | ŽEBRO              | Plech 10x2000x1500                 | Kr60-01-121/a   | 1 |
| 44 | TRUBKA D114X100X34 | Trubka ocelová D114x8              | Kr60-01-122     | 1 |
| 45 | DNO D106X8         | Plech 8x2000x1500                  | Kr60-01-123     | 1 |
| 46 | VÝZTUHA            | Ocel čtvercová 25x25               | Kr60-01-124     | 2 |
| 47 | KONZOLA TLUMIČE    |                                    | Kr60-01-119     | 2 |
| 48 | ŽEBRO              | Plech 12x2000x1500                 | Kr60-01-125     | 1 |
| 49 | LŮŽKO D60X35       | Ocel kruhová 60                    | Kr60-01-126     | 1 |
| 50 | KONZOLA PODCHYTKY  | Plech 15x2000x1500                 | Kr60-01-127     | 1 |
| 51 | PÁSNICE HORNÍ      | Plech 10x2000x1500                 | Kr35-01-943/a   | 2 |
| 52 | STOJINA PŘEDNÍ     |                                    | Kr60-01-194     | 1 |
| 53 | STOJINA 2          | Plech 10x2000x1500                 | Kr60-01-114/2 a | 1 |
| 54 | PODLOŽKA SVARU 1   | Plech 4x1500x3000                  | Kr35-01-931     | 1 |
| 55 | PODLOŽKA SVARU 2   | Plech 4x1500x3000                  | Kr35-01-932     | 2 |
| 56 | PODLOŽKA SVARU 3   | Plech 4x1500x3000                  | Kr60-01-195     | 2 |
| 57 | PODLOŽKA SVARU 4   | Plech 4x1500x3000                  | Kr60-01-115     | 1 |
| 58 | PODLOŽKA SVARU 5   | Plech 4x1500x3000                  | Kr60-01-116/a   | 2 |
| 59 | KONZOLA BRZDIČE    |                                    | Kr60-01-107/b   | 1 |
| 60 | POUZDRO D60X120    | Ocel kruhová 60                    | Kr60-01-183/a   | 1 |
| 61 | TRUBKA D76X56X180  | Trubka ocelová 76x10               | Kr60-01-196     | 1 |
| 62 | PŘÍČNÍK            |                                    | Kr60-01-102/e   | 2 |
| 63 | PÁSNICE SPODNÍ     | Plech 10x2000x1500                 | Kr60-01-131/b   | 1 |
| 64 | STOJINA            | mat. bude dodán z koop. s výrobkem | Kr60-01-133/b   | 2 |
| 65 | ŽEBRO              | Plech 8x2000x1500                  | Kr60-01-134     | 2 |
| 66 | PÁSNICE HORNÍ      | Plech 10x2000x1500                 | Kr60-01-135/b   | 1 |
| 67 | TRUBKA D114X100X50 | Trubka ocelová 114x8               | Kr60-01-136     | 1 |
| 68 | DESKA MOTORU       | mat. bude dodán z koop. s výrobkem | Kr60-01-132     | 1 |
| 69 | VÝZTUHA            | Plech 8x2000x1500                  | Kr60-01-137     | 1 |
| 70 | PODLOŽKA SVARU 1   | Plech 4x1500x3000                  | Kr60-01-138     | 4 |
| 71 | PODLOŽKA SVARU 2   | Plech 4x1500x3000                  | Kr60-01-139     | 4 |
| 72 | PODLOŽKA SVARU 3   | Plech 4x1500x3000                  | Kr60-01-140     | 2 |
| 73 | PODLOŽKA SVARU 4   | Plech 4x1500x3000                  | Kr60-01-141     | 4 |
| 74 | PODLOŽKA SVARU 5   | Plech 4x1500x3000                  | Kr60-01-142     | 2 |
| 75 | PODLOŽKA SVARU 6   | Plech 4x1500x3000                  | Kr60-01-143     | 2 |
| 76 | PLECH 3X20X60      | Plech 3x1500x3000                  |                 | 1 |
| 77 | PŘÍRUBA 1          |                                    | Kr35-01-960/d   | 4 |
| 78 | DESKA 1            |                                    | Kr35-01-963/a   | 1 |
| 79 | TRUBKA D127X107X40 | Trubka ocelová 127x12,5            | Kr35-01-965/b   | 1 |
| 80 | PŘÍRUBA 2          |                                    | Kr35-01-961/a   | 2 |
| 81 | DESKA 2            |                                    | Kr35-01-964/1 b | 1 |
| 82 | VZPĚRA             | Plech 10x2000x1500                 | Kr35-01-966     | 1 |
| 83 | VÍČKO D86X2        | Plech 2x1500x3000                  | Kr35-01-967     | 1 |
| 84 | PŘÍRUBA 3          |                                    | Kr35-01-962/a   | 2 |
| 85 | DESKA 3            |                                    | Kr35-01-964/2 b | 1 |
| 86 | VZPĚRA             | Plech 10x2000x1500                 | Kr35-01-966     | 1 |
| 87 | VÍČKO D86X2        | Plech 2x1500x3000                  | Kr35-01-967     | 1 |
| 88 | OPĚRKA KOLÉBKY     |                                    | Kr60-01-105     | 4 |
| 89 | BOČNÍ STĚNA        | mat. bude dodán z koop. s výrobkem | Kr60-01-144     | 2 |
| 90 | ZÁKRYT             | Plech 10x2000x1500                 | Kr60-01-145     | 1 |

|     |                     |                                    |               |   |
|-----|---------------------|------------------------------------|---------------|---|
| 91  | DNO                 | Plech 8x2000x1500                  | Kr60-01-146   | 1 |
| 92  | KONZOLA ZÁVĚSKY     |                                    | Kr60-01-106   | 2 |
| 93  | DESKA OPĚRNÁ        | mat. bude dodán z koop. s výrobkem | Kr60-01-147   | 1 |
| 94  | ŽEBRO SVISLÉ        | Plech 10x2000x1500                 | Kr60-01-148   | 2 |
| 95  | ŽEBRO               | Plech 8x2000x1500                  | Kr60-01-149   | 1 |
| 96  | ZVEDACÍ OKO         | Plech 20x2000x3000                 | Kr60-01-153   | 4 |
| 97  | NARÁŽKA D80X16      | Ocel kruhová 80                    | Kr35-01-980   | 4 |
| 98  | NÁVAREK D50X16      | Ocel kruhová 50                    | Kr35-01-981   | 4 |
| 99  | KRUŽINA D346X336X35 | Ocel plochá 25x5                   | Kr35-01-448/b | 2 |
| 100 | OPĚRA PRAVÁ         |                                    | Kr60-01-108/a | 2 |
| 101 | OPĚRA               | Plech 20x2000x3000                 | Kr60-01-557   | 1 |
| 102 | ŽEBRO PRAVÉ         | Plech 10x2000x1500                 | Kr60-01-558/1 | 1 |
| 103 | ŽEBRO               | Plech 10x2000x1500                 | Kr60-01-559   | 1 |
| 104 | OPĚRA LEVÁ          |                                    | Kr60-01-109/a | 2 |
| 105 | OPĚRA               | Plech 20x2000x3000                 | Kr60-01-557   | 1 |
| 106 | ŽEBRO LEVÉ          | Plech 10x2000x1500                 | Kr60-01-558/2 | 1 |
| 107 | ŽEBRO               | Plech 10x2000x1500                 | Kr-60-01-559  | 1 |



| Seznam pracovišť a používaných strojů |              |                           |   |  |
|---------------------------------------|--------------|---------------------------|---|--|
| P.č.                                  | Název        | Pracoviště                | Použité stroje  | Pracovní postup  |
| 1                                     | RÁM PODVOZKU | 6121, 6311,<br>7141, 7142 | svařování v CO <sub>2</sub> ,<br>zámečnický, odmašťování,<br>tryskání, stříkací box | <p><b>Svařování CO<sub>2</sub>:</b> 1) Pomocí přípravku ustavit příruby 4 ks, ustavit podélníky 2 ks, příčníky 2 ks, proměřit a sestehovat, provádějí dva pracovníci – pozor dodržet kořenové mezery. 2) Nastehovat náběhové úhelníky – 16 ks, nastehovat pomocné výstupy na koncích podélníků – úhelníky 50x50x6 – 1800 mm – 4 ks 3) Provést kontrolu správného sestavení dílců. Provést přehřev na horní hranici teploty – 150 C, kontrola bezdotykovým teploměrem/termokřídou. Provést nové stehy, vybrousit staré stehy 4) Provést svary, napřed kořenové vrstvy, shora, obrátit a provést kořenové vrstvy, a5K 4x340 mm, 4x400 mm, 8x10 mm dle WPS, 10půlV, a4K 4x370 mm dle WPS, 12půlV, a4K 4x150 mm, 10V na podložku, 8x150 mm, 8x600 mm dle WPS, a4K 8x600 mm, 4x150 mm dle WPS 5) Po svaření ukládat na dřevěnou paletu a chránit před rychlým zchlazením (před průvanem) přikrytím termo přikrývkami do teploty 40-50°C – udržím holou ruku na svařenci. 5) Očistit svary a okolí od rozstříku – škrabkou, ocelovým kartáčem 6) Označený svar bude kontrolován magnetickou zkouškou – opravit vadná místa 7) Svařenec ustavit do přípravku a zkontrolovat rozměry.</p> <p><b>Řezání plasmou:</b> 1) Náběhové úhelníky odpálit – plazmou 2) Plochy po pálení obrousit, ruční bruskou 3) Označené svary přebrousit – ruční bruskou – pozor nezabrousit do základního materiálu.</p> <p><b>Svařování CO<sub>2</sub>:</b> 1) Rozměřit, ustavit opěrky kolébky 4 ks, konzoly závěsky 2 ks, zvedací oka 4 ks, narážky 4 ks, návarky 4 ks, kružiny 2 ks, návarky na rámu, opěry 2 ks a přistehovat – provádějí dva pracovníci 2) Provést kontrolu správného sestavení dílců. Provést přehřev na horní hranici teploty – 150 C, kontrola bezdotykovým teploměrem/termokřídou. Provést nové stehy, vybrousit staré stehy. 3) Provést svary, napřed kořenové vrstvy - a4K 8x160 mm, 8x210 mm dle WPS, a5K 8x10 mm, 8x30 mm, 8x50 mm dle WPS, a6K 8x8 mm dle WPS, 8půlV podložený 2x160mm dle WPS, 10půlV, a3K 8x85 mm, 8x130 mm dle WPS 6) Očistit svary a okolí od rozstříku – škrabkou, ocelovým kartáčem 7) Rovnání po svařování</p> <p><b>Povrchová úprava:</b> Odmastit vně i uvnitř vysokotlakým zařízením. 100l vody se smísí s 5l odmašťovacího přípravku. Po odmaštění se rám důkladně vyfouká tlakovým vzduchem. Tryskat na čistotu povrchu Sa 2,5, ofoukat, odmastit. Nastříkat svařovací barvou, doba zasychání 24h při 20oC.</p> |



|   |                   |                              |  |  |
|---|-------------------|------------------------------|--|--|
| 2 | PODÉLNÍK          | 6121, 6311                   | zámečnický, svařování v CO <sub>2</sub>                                | 1) Z rozepsané = ho materiálu uštíhnout 12ks úhelníku 30x30x3, L=30mm - odjehlit 2) Na svařečský stůl položit, stojinu, ustavit a sestehovat, nastehovat náběhové úhelníky - 4ks - provádějí dva pracovníci 3) Provést kontrolu správného sestavení dílců, provést přehřev na horní hranici teploty - 150°C, kontrola bezdotykovým teploměrem - termokřídou, provést nové stehy, vybrousit staré stehy 4) Provést podložení sváru, dílec obrátit, vybrousit kořeny a provést sváry, 8V podložený 2x120mm dle WPS 5) Na svařečský stůl položit, stojinu, ustavit a sestehovat, nastehovat náběhové úhelníky - 4ks - provádějí dva pracovníci 6) Provést kontrolu správného sestavení dílců, udržovat teplotu přehřevu - 130 - 150°C 7) Provést podložení sváru, dílec obrátit, vybrousit kořeny a provést sváry, 8V podložený 2x120mm dle WPS 8) Náběhové úhelníky odstranit - odřezat řezacím kotoučem 9) Plochy po řezání obrousit - ruční bruskou 10) Svary a okolí očistit škrabkou a ocelovým kartáčem 11) Po svaření ukládat na dřevěnou paletu a hránit před rychlým schladnutím přikrytím termopříkrývkami do teploty 40 - 50°C - udržím holou ruku na svařenci 12) Provést rovnání po svařování v obou osách |
| 3 | ZÁKRYT LEVÝ       | 6131, 6121, 6115             | laser, bruska stojanová, frézka  | tvár na hotovo řezat laserem z P12, obrousit pálené plochy a hrany, frézovat 1xúkos 3,8x30° a 2x úkos 20°, odjehlit  |
| 4 | ZÁKRYT PRAVÝ      | 6131, 6121, 6115             | laser, bruska stojanová, frézka  | tvár na hotovo řezat laserem z P12, obrousit pálené plochy a hrany, frézovat 1xúkos 3,8x30° a 2x úkos 20°, odjehlit  |
| 5 | PODLOŽKA SVARU 10 | 6121, 6122                   | nůžky 6mm, zámečnický, lis ohraňovací                                  | plech s=4mm stříhat na rozměr 25x76mm, rovnat, odjehlit, ohnout 1x25°  |
| 6 | PODLOŽKA SVARU 11 | 6121, 6122                   | nůžky, jehlení zámečnický, lis ohraňovací                              | plech s=4mm stříhat na rozměr 25x92mm, rovnat, odjehlit, ohnout 1x25°  |
| 7 | VÝZTUHA VNITŘNÍ   | 6131, 6121                   | laser, jehlení zámečnický, lis CDC                                     | tvár na hotovo řezat laserem z P10, obrousit pálené plochy a hrany, ohnout tvar pod lisem  |
| 8 | PÁSNICE HORNÍ     | 6131, 6121, 6115, 6000, 6119 | laser, jehlení zámečnický, frézka, kooperace, vyvrtávačka horizontální | tvár na hotovo s přídatkem řezat z P15 laserem, obrousit pálené plochy a hrany, odjehlit 1x45° z obou stran, frézovat dvakrát úkos 3,8x45°, upnout na úhelník za rameno, natočit stůl 20°:odfrézovat přídatek pro ohyb na délku ramene L=244mm do roviny základny - odjehlit. Upnout na úhelník, natáčet stůl: 1. Zarovnat dosedací plochu (na výkrese zarovnání Ra 25), 2. Frézovat 2x úkos 14x20° (řez C-C), 3. Frézovat 2x úkos 30° - šířka čela S=1mm (řez C-C), upnout kolmo na úhelník, natočit stůl 45°: frézovat vybrání R40 dle řezu D-D  |

|    |                  |                           |   |   |
|----|------------------|---------------------------|---|---|
| 9  | PÁSNICE SPODNÍ   | 6131, 6121,<br>6119, 6000 | laser, jehlení zámečnick,<br>vyvrtávačka horizontální,<br>kooperace | tvar na hotovo řezat z P15 laserem, obrousit pálené plochy a hrany, frézovat úkos dle A-A - 2x, V kooperaci ohnout tvar na hotovo (kontrolní šablona R50)   |
| 10 | PÁSNICE PRAVÁ    | 6131, 6121,<br>6122       | laser, jehlení zámečnick,<br>lis ohraňovací                         | tvar s přídavkem na hotovo řezat laserem z P10, obrousit pálené plochy a harany, ohnout tvar na hotovo  |
| 11 | PÁSNICE LEVÁ     | 6131, 6121,<br>6122       | laser, jehlení zámečnick,<br>lis ohraňovací                         | tvar s přídavkem na hotovo řezat laserem z P10, obrousit pálené plochy a harany, ohnout tvar na hotovo  |
| 12 | STOJINA HAVNÍ    | 6311                      | svářečka CO2, zámečnick   | 1) Na svařenou stojinu nastehovat pomoci stavitelného dorazu podložky svárů (2,3,4,5,6 - všepo 2 kusech) 2. Provést kontrolu správného ustavení dílců, 3. Provést svary a3K 44x20mm dle příslušné WPS, 4. Svary a okolí očistit škrabkou a ocelovým kartáčem, Provést rovnání po svařování, kontrolu jakosti svarů a kontrolu rozměrovou. |
| 13 | STOJINA 1        | 6131, 6121,<br>6119       | laser, zámečnick,<br>vyvrtávačka horizontální                       | tvar na hotovo řezat laserem z P10, ukosovat na rovných plochách a brousit na rádiusech sražení 8,5x50o, přebrousit do čista dle řezu A-A, sražení 9x50o, ukosovat 2x dle řezu B-B úkos 6,5x30o, přebrousit do čista 7x30o, dle řezu B-B frézovat 2x úkos k míře 20 a 1 mm, odjehlít  |
| 14 | PODLOŽKA SVARU 1 | 6131, 6121                | laser, jehlení zámečnick  | plech s=4 mm řezat laserem na rozměr 15x890 mm, hrany osmírkovat, rovnat  |
| 15 | PODLOŽKA SVARU 2 | 6131, 6121                | laser, jehlení zámečnick  | tvar na hotovo řezat laserem z P4, obrousit hrany po pálení   |
| 16 | PODLOŽKA SVARU 3 | 6131, 6121                | laser, jehlení zámečnick  | tvar na hotovo řezat laserem z P4, hrany odjehlít, rovnat   |
| 17 | PODLOŽKA SVARU 4 | 6121                      | nůžky, zámečnick  | plech 4 mm stříhat na rozměry 15x540 mm, hrany odjehlít, rovnat dle pravítka ve všech osách   |
| 18 | PODLOŽKA SVARU 5 | 6131, 6121                | laser, jehlení zámečnick  | tvar na hotovo řezat z P4 laserem, hrany odjehlít, rovnat   |

|    |                  |            |  |  |
|----|------------------|------------|--|--|
| 19 | ŽEBRO            | 6131, 6121 | laser, jehlení zámečnick                               | tvar a otvor na hotovo řezat z P8 laserem, obrousit pálené plochy a hrany  |
| 20 | ŽEBRO            | 6131, 6121 | laser, jehlení zámečnick                               | tvar a otvor na hotovo řezat z P8 laserem, obrousit pálené plochy a hrany  |
| 21 | ŽEBRO            | 6131, 6121 | laser, jehlení zámečnick                               | tvar a otvor na hotovo řezat z P8 laserem, obrousit pálené plochy a hrany  |
| 22 | STOJINA PRAVÁ    | 6311       | svářečka CO2, zámečnick                                | 1) Na stojinu 1, nastehovat pomoci stavitelného dorazu podložky svárů (2,3,4,5,6 - vše po 2 kusech), 2. Provést kontrolu správného ustavení dílců, 3. Provést svary a3K 17x20mm dle příslušné WPS, 4. Svary a okolí očistit od rozstříku - škrabkou a ocelovým kartáčem, Provést rovnání po svařování, kontrolu jakosti svarů a kontrolu rozměrovou. |
| 23 | STOJINA PRAVÁ    | 6131, 6121 | laser, jehlení zámečnick, ukosování, broušení          | tvar na hotovo řezat laserem z P8, obrousit pálené plochy a hrany, 1. ukosovat 1x sražení 6x30o, přebrousit do čista na 7x30o, 2. ukosovat a brousit svaření 6,5x50o, přebrousit do čista na 7x50o   |
| 24 | PODLOŽKA SVARU 7 | 6131, 6121 | laser, jehlení zámečnick                               | tvar na hotovo řezat laserem z P4, hrany odjehlít  |
| 25 | PODLOŽKA SVARU 8 | 6121, 6121 | nůžky, jehlení zámečnick                               | plech 4 mm stříhat na rozměry 15x360 mm, hrany odjehlít, rovnat dle pravítka ve všech osách  |
| 26 | PODLOŽKA SVARU 9 | 6131       | laser  | tvar na hotovo řezat laserem z P4  |
| 27 | STOJINA LEVÁ     | 6311       | svářečka CO2, zámečnick                                | 1) Na stojinu 1, nastehovat pomoci stavitelného dorazu podložky svárů (2,3,4 - vše po 2 kusech), 2. Provést kontrolu správného ustavení dílců, 3. Provést svary a3K 17x20mm dle příslušné WPS, 4. Svary a okolí očistit od rozstříku - škrabkou a ocelovým kartáčem, Provést rovnání po svařování, kontrolu jakosti svarů a kontrolu rozměrovou.     |
| 28 | STOJINA LEVÁ     | 6131, 6121 | operator laser, jehlení zámečnick, ukosování, broušení | tvar na hotovo řezat z P8 laserem, obrousit pálené plochy a hrany, 1. ukosovat 1x sražení 6x30o, přebrousit do čista na 7x30o, 2. ukosovat a brousit svaření 6,5x50o, přebrousit do čista na 7x50o   |

|    |                  |                  |   |   |
|----|------------------|------------------|---|---|
| 29 | PODLOŽKA SVARU 7 | 6131, 6121       | laser, jehlení zámečnick  | tvár na hotovo řezat z P4 laserem, hrany odjehlít   |
| 30 | PODLOŽKA SVARU 8 | 6121             | nůžky, jehlení zámečnick  | plech 4 mm stříhat na rozměry 15x360 mm, hrany odjehlít, rovnat dle pravítka ve všech osách   |
| 31 | PODLOŽKA SVARU 9 | 6131             | laser   | tvár na hotovo řezat z P4 laserem   |
| 32 | STOJINA PRAVÁ    | 6311             | svařování CO2, zámečnick  | 1. Na stojinu 1, nastehovat pomoci stavitelného dorazu podložky svárů (2,3,4 - vše po 2 kusech), 2. Provést kontrolu správného ustavení dílců, 3. Provést svary a3K 17x20mm dle příslušné WPS, 4. Svary a okolí očistit od rozstříku - škrabkou a ocelovým kartáčem, Provést rovnání po svařování, kontrolu jakosti svárů a kontrolu rozměrovou.  |
| 33 | STAJINA PRAVÁ    | 6131, 6121, 6122 | laser, jehlení zámečnick, vrtačka radiální, ukosování, broušení, lis ohraňovací | tvár na hotovo řezat z P8 laserem, obrousit pálené plochy a hrany, rýsovat osy otvoru, značit důlek 1x, vrtat D=4 mm -1x, zahloubýt D=12x90o do hloubky 8 mm, odjehlít hrany 0,5x 45o, 1. ukosovat 1x sražení 6x30o, přebrousit do čista na 7x30o, 2. ukosovat a brousit svaření 6,5x50o, přebrousit do čista na 7x50o, ohnout 1x15o k míře 18 mm |
| 34 | PODLOŽKA SVARU 7 | 6131, 6121       | laser, jehlení zámečnick  | tvár na hotovo řezat z P4 laserem, hrany odjehlít   |
| 35 | PODLOŽKA SVARU 8 | 6121             | nůžky, jehlení zámečnick  | plech 4 mm stříhat na rozměry 15x360mm, hrany odjehlít, rovnat dle pravítka ve všech osách  |
| 36 | PODLOŽKA SVARU 9 | 6131             | laser   | tvár na hotovo řezat z P4 laserem   |
| 37 | STOJINA LEVÁ     | 6311             | svařování CO2, zámečnick  | 1) Na stojinu 1, nastehovat pomoci stavitelného dorazu podložky svárů (2,3,4 - vše po 2 kusech), 2. Provést kontrolu správného ustavení dílců, 3. Provést svary a3K 17x20mm dle příslušné WPS, 4. Svary a okolí očistit od rozstříku - škrabkou a ocelovým kartáčem, Provést rovnání po svařování, kontrolu jakosti svárů a kontrolu rozměrovou.  |
| 38 | STOJINA LEVÁ     | 6131, 6121, 6122 | laser, jehlení zámečnick, ukosování, broušení, lis ohraňovací                   | tvár na hotovo řezat laserem, obrousit pálené plochy a hrany, 1. ukosovat 1x sražení 6x30o, přebrousit do čista na 7x30o, 2. ukosovat a brousit svaření 6,5x50o, přebrousit do čista na 7x50o, ohnout 1x15o k míře 18mm   |

|    |                    |                  |                                   |   |
|----|--------------------|------------------|-----------------------------------|---|
| 39 | PODLOŽKA SVARU 7   | 6131, 6121       | laser, jehlení zámečnick          | tvár na hotovo řezat laserem z P8, hrany odjehlít   |
| 40 | PODLOŽKA SVARU 8   | 6121             | nůžky, jehlení zámečnick          | plech 4 mm stříhat na rozměry 15x360mm, hrany odjehlít, rovnat dle pravítka ve všech osách  |
| 41 | PODLOŽKA SVARU 9   | 6131             | laser                             | tvár na hotovo řezat z P4 laserem   |
| 42 | NARÁŽKA PŘÍČNÁ     | 6311             | svarování CO2                     | 1) Na svářečský stůl položit trubku 2, rozměřit, ustavit dno 3, žebro 1, výztuhy 4 po 2 kusech přistehovat, 2. Provést kontrolu správného ustavení dílců, 3. Provést svary a3K 2x80mm, 2x120mm dle příslušné WPS, provést kontrolu jakosti svarů a kontrolu rozměrovou.                                       |
| 43 | ŽEBRO              | 6131, 6121       | laser, jehlení zámečnick, lis CDC | tvár na hotovo řezat z P10 laserem, obrousit pálené plochy a hrany, rovnat pod lisem  |
| 44 | TRUBKA D114X100X34 | 6111, 6112       | pila pásová, soustruh malý        | trubku na l=36 mm řezat, zarovnat čela na L=34 mm, soustružit (začistit) povrch D=114mm a otvor d=100, srazit hranu 2x45o - 2 upnutí  |
| 45 | DNO D106X8         | 6131, 6121       | laser, bruska stojanová           | tvár na hotovo řezat z P8 laserem, obrousit pálené plochy a hrany, rovnat, brousit 2x úkos 3x45o  |
| 46 | VÝZTUHA            | 6111, 6121, 6115 | pila pásová, zámečnick, frézka    | 4HR 25x25mm S235JR na L=40mm řezat, konce po řezání odjehlít, upnout do prismatického svěráku: frézovat 2x úkos 12x45o, odjehlít  |
| 47 | KONZOLA TLUMIČE    | 6311             | svarování CO2                     | 1) Na svářečský stůl položit lůžko 2, rozměřit, ustavit žebro 1 a přistehovat, 2. Provést kontrolu správného ustavení dílců, 3. Provést svary a4K 2x75mm, a5K 2x12mm dle příslušných WPS, 4. Svary a okolí očistit škrabkou a ocelovým kartáčem, Provést kontrolu rovinosti, kontrolu jakosti a rozměrů svarů |
| 48 | ŽEBRO              | 6131, 6121       | laser, bruska stojanová           | tvár a otvor na hotovo řezat z P12 laserem, obrousit pálené plochy a hrany  |

|    |                   |                  |  |  |
|----|-------------------|------------------|--|--|
| 49 | LŮŽKO D60X35      | 6111, 6121       | pila pásová jehlení zámečnick                                  | ocel KT 60mm řezat na délku 35mm, hrany konců odjehlít   |
| 50 | KONZOLA PODCHYTKY | 6131, 6121       | laser, bruska stojanová, vrtačka radiální                      | tvár na hotovo bez otvoru řezat z P15 laserem, obrousit pálené plochy a hrany, brousit dle řezu A-A R=5mm a dle B-B R=2mm, 1. rýsovat osy otvorů-značit 1x, 2. předvrtat D=5mm 1x, 3 předvrtat D=15mm 1x, 4. vrtat D=40mm 1x, 5. srazit hrany 2x45o-2x   |
| 51 | PÁSNICE HORNÍ     | 6121, 6122       | nůžky, jehlení zámečnick, zámečnick, lis ohraňovací, zámečnick | plech s=10mm stříhat na rozměr 140x600mm (přídavek pro ohyb), obrousit hrany po stříhání, rovnat pod lisem, ohnout úhel 2x45o, rýsovat spodní hranu s přídavkem na míru 115mm, ukosovat 1xsražení 8x35o, přebrousit do čista na 9x30o  |
| 52 | STOJINA PŘEDNÍ    | 6311             | svařování CO2, zámečnick                                       | 1) Na stojinu 1 nastehovat pomoci stavitelného dorazu podložky svárů (2, 3, 4, 5, 6 - po 2 kusech), 2. Provést kontrolu správného ustavení dílců, 3. Provést svary a3K 44x20mm dle příslušné WPS, 4. Svary a okolí očistit škrabkou a ocelovým kartáčem, provést rovnání po svařování, provést kontrolu jakosti svárů, provést kontrolu rozměrovou dle výkresové dokumentace |
| 53 | STOJINA 2         | 6131, 6121, 6119 | laser, zámečnick, vavrtávačka horizontální                     | tvár a otvor na hotovo řezat z P10 laserem, ukosovat na rovných plochách a brousit na rádiusech sražení 8,5x50o, 1. přebrousit do čista dle řezu A-A, sražení 9x50o, 2. ukosovat 2x dle řezu B-B, úkos 6,5x30o, přebrousit do čista na 7x30o, dle řezu B-B frézovat 2x úkos k míře 20 a 1mm, odjehlít  |
| 54 | PODLOŽKA SVARU 1  | 6131, 6121       | laser, jehlení zámečnick                                       | plech s=4mm řezat laserem na rozměr 15x890mm, hrany osmírkovat, rovnat   |
| 55 | PODLOŽKA SVARU 2  | 6131, 6121       | laser, jehlení zámečnick                                       | dvar na hotovo řezat z P4 laserem, obrousit hrany po pálení  |
| 56 | PODLOŽKA SVARU 3  | 6131, 6121       | laser, jehlení zámečnick                                       | dvar na hotovo řezat z P4 laserem, hrany odjehlít, rovnat  |
| 57 | PODLOŽKA SVARU 4  | 6121             | nůžky, zámečnick   | plech 4mm stříhat na rozměr 15x540mm, hrany odjehlít, rovnat dle pravítka ve všech osách   |
| 58 | PODLOŽKA SVARU 5  | 6131, 6121       | laser, jehlení zámečnick                                       | tvár na hotovo řezat z P4 laserem, hrany odjehlít, rovnat  |

|    |                   |                        |  |  |
|----|-------------------|------------------------|--|--|
| 59 | KONZOLA BRZDIČE   | 6311                   | svařování  | 1) Na svářečský stůl ustavit pouzdro 1, žebro horní 2, žebro horní a přistehovat, 2. Provést kontrolu správného ustavení dílců - vizuální - svářeč, 3. Provést sváry a6K 70mm a a5K 4x80mm, 2x70mm, 10mm dále a4K 40mm podle dané WPS, 4. Sváry a okolí svárů očistit škrabkou a ocelovým kartáčem, přebrousit podle výkresu. provést kontrolu rovinosti, rozměrovou a jakosti svaru podle výkresové dokumentace.  |
| 60 | POUZDRO D60X120   | 6111, 6121             | pila pásová, jhelení zámečnick                         | Ocel KR 60 mm řezat na délku 120 mm, hrany konců odjehlit  |
| 61 | TRUBKA D76X56X180 | 6111, 6112, 6119, 6121 | operator laser, jhelení zámečnick, ukosování, broušení | Trubka d76x10mm žezat na délku l=185mm, zarovnat čela na L=180mm (oboustraně), srazit hrany 0,5x45o (2 upnutí), frézovat vybrání R30 do hloubky H=20 na čele trubky, brousit 2x úkos 50o z vnější strany vybrání - šířka čela na nejužším místě S=1mm  |
| 62 | PŘÍČNÍK           | 6311                   | svařování CO2, svařovací robot MAG                     | 1. Na svářečský stůl položit stojinu 2, podle stavitelného dorazu ustavit podložky sváru 8, 9, 10, 11 po 2 kusech a přistehovat. Velikost odsazení - 3mm!!! 2. Na svářečský stůl položit druhou stojinu 2, podle stavitelného dorazu ustavit podložky sváru 8, 9, 10, 11 po 2 kusech a přistehovat. velikost odsazení - 3mm!!! 3. Na svářečský stůl položit pásnici spodní 1, rozměřit podložky svarů 12 - 2 kusy a přistehovat. 4. Na svářečský stůl položit pásnici horní 4, rozměřit podložky svarů 13 - 2 kusy a přistehovat. 5. Provést kontrolu správného ustavení dílců - vizuální - svářeč. 6. Rozkreslit stehy a provést svary a3K 100x20mm podle dané WPS (po nastehování podložky odlehnout, je nutné je zpět vyrovnat!!! Týká se podložek s osazením 3mm). A) Před samotným stehováním je nutné u pásnice spodní 1 a pásnice horní 4 odstranit v místě budoucích svárů se stojinou 2 - 2 kusy povlak (okuje) - bruska - svářeč - očistit na kovový lesk. B) Na svářečský stůl položit spodní pásnici 1, podle stavitelného dorazu ustavit stojiny 2 - 2 kusy a přistehovat, stehování provádějí 2 pracovníci. C) rozměřit, ustavit žebra 3 - 2 kusy a přistehovat. D) Provést kontrolu správného ustavení dílců - vizuální - svářeč. E) Provést přehřev na horní ranici teploty - 150oC, kontrola bezdotykovým teploměrem/termokřídou. F) provést nové stehy, vybrousit staré stehy. G) provést svary a4K 4x280mm dle dané WPS, po svaření ukládat na dřevěnou paletu a chránit před rychlím schlazením (před průvanem) přikrytím termo přikrývkami do teploty 40 - 50oC - udržíme holou ruku na svařenci. H) Rozměřit, ustavit pásnici horní 4 a přistehovat. CH) Provést kontrolu správného ustavení dílců - vizuální - svářeč. Svařovací Robot MAG: A) Během práce robota provést přehřev na horní hranici teploty - 150oC, kontrola bezdotykovým teploměrem/termokřídou. B) Provést nové stehy, vybrousit staré stehy. C) Manipulace s příčnickem na polohovadlo robota - pracoviště č. 2, upnutí dle návodky. D) Spuštění příslušného programu robota. E) Mez |

|    |                    |                  |   |  |
|----|--------------------|------------------|---|--|
| 63 | PÁSNICE SPODNÍ     | 6131, 6121       | laser, bruska stojanová   | tvár na hotovo řezat z P10 laserem, obrousit pálené plochy a hrany, brousit dle A-A a B-B úkosy 9x20o, dle C-C ukosovat sražení 8,5x50o, přebrousit dočista na 9x50o   |
| 64 | STOJINA            | 6000, 6121, 6122 | kooperace, jehlení zámečnick, CNC vyvrtávačka horizontální, ukosování, broušení, lis ohraňovací | v kooperaci tvar na hotovo řezat plazmou (dodržet směr vláken), obrousit pálené plochy a hrany, frézovat dle řezu A-A úkos 9x50o na rovných stranách (mimo 2x vybrání L=217/R65/30o), ukosovat 2x vybrání L=217/R65/30o - řez A-A dobrousit na 50o, ohnout 2x úhel 20o   |
| 65 | ŽEBRO              | 6131, 6121       | laser, jehlení zámečnick  | tvár na hotovo řezat laserem, obrousit pálené plochy a hrany   |
| 66 | PÁSNICE HORNÍ      | 6131, 6121       | laser, ukosování, broušení  | tvár na hotovo řezat laserem, 1. obrousit pálené plochy a hrany, 2. dle řezu A-A a B-B ukosovat sražení 8,5x30o, přebrousit dočista na 9x30o, 3. dle řezu C-C ukosovat sražení 8,5x50o, přebrousit dočista na 9x50o  |
| 67 | TRUBKA D114X100X50 | 6111, 6112       | pila pásová, soustruh malý  | trubku na l=52mm řezat, zarovnat čela na L=50, soustružit (začistit) povrch D=114mm a otvor d=100mm, srazit hrany 0,5x45o - 2 upnutí   |
| 68 | DESKA MOTORU       | 6000, 6121       | kooperace, zámečnick  | v kooperaci vypálit kyslíkem tvar a otvor na hotovo, obrousit pálené plochy a hrany  |
| 69 | VÝZTUHA            | 6121, 6122, 6115 | nůžky, zámečnick, lis ohraňovací, frézka  | Plech 8mm stříhat na rozměr 80x318mm, hrany odjehlít a rovnat, ohnout 2x úhel 90o, 1. upnout na kostky, vyklonit hlavu 30o: odřezat stojny pod úkosem 30o k rovině základny S=8, odjehlít, 2. Otočit o 180o: odfrézovat úkosy 30o z druhé strany, 3. Srovnat hlavu: frézovat rohy 8x45o, odjehlít, upnout do svěráku přes podložku: frézovat úkos 8x30o v celé délce |
| 70 | PODLOŽKA SVARU 1   | 6131, 6121       | laser, bruska stojanová   | tvár na hotovo řezat laserem, brousit 1x sražení 70o   |
| 71 | PODLOŽKA SVARU 2   | 6131, 6121       | laser, jehlení zámečnick  | tvár na hotovo řezat laserem, hrany odjehlít, rovnat   |
| 72 | PODLOŽKA SVARU 3   | 6121             | nůžky, jehlení zámečnick  | plech 4mm stříhat na rozměry 15x1250mm, hrany odjehlít, rovnat dle pravítka ve všech osách   |



|    |                    |            |  |   |
|----|--------------------|------------|--|---|
| 73 | PODLOŽKA SVARU 4   | 6121       | nůžky, jehlení zámečnick   | plech 4mm stříhat na rozměry 15x840mm, hrny odjehlit, rovnat dle pravítka ve všech osách  |
| 74 | PODLOŽKA SVARU 5   | 6121, 6122 | nůžky, jehlení zámečnick, lis ohraňovací                         | plech 4mm stříhat na rozměry 25x82mm, hrany odjehlit, rovnat, ohnout 1x úhel 30o  |
| 75 | PODLOŽKA SVARU 6   | 6121       | nůžky, jehlení zámečnick   | plech 4mm stříhat na rozměry 25x82mm, hrany odjehlit, rovnat  |
| 76 | PLECH 3X20X60      | 6121       | nůžky, jehlení zámečnick   | plech 3mm stříhat na rozměry 20x60mm, hrany odjehlit, rovnat  |
| 77 | PŘÍRUBA 1          | 6311       | svařování v CO <sub>2</sub> , svařovací robot MAG                | a) Před stehováním očistit svarové plochy od rzi a okují b) V přípravku ustavit desku a trubku a z venku trubku přistehovat 2x stehy a2,5K - co nejmenší a nejkratší stehy!!! c) Označovačem označit roh desky, která byla v rohu přípravku!!! Podle tohoto rohu bude dílec ustavován na robotu. , a) Dle návodky umístit dorazy a upínky b) Vložit dávku 4ks nastehovaných přírub tak, že označení od nastehování v přípravku bude u strany robota /pojezdové dráhy c) spustit program d) během vaření probíhá na již svařených kusech očištění svárů a jejich okolí |
| 78 | DESKA 1            | 6000, 6121 | kooperace, jehlení zámečnick                                     | v kooperaci kyslíkem vypálit z P25 tvar a otvor na hotovo, obrousit pálené plochy a hrany, odjehlit   |
| 79 | TRUBKA D127X107X40 | 6111, 6112 | pila pásová, soustruh velký                                      | Trubka ocelová 127x12,5 řezat na l=43mm, zarovnat na L=40mm oboustraně, soustružit otvor D=107mm, 2x úkos 4x45o - 2 upnutí  |
| 80 | PŘÍRUBA 2          | 6311       | svařování v CO <sub>2</sub> , svařovací robot MAG, svařování TIG | a) Na svářečský stůl položit desku 1, rozměřit, ustavit víčko 3 a přistehovat b) provést kontrolu správného ustavení dílců - vizuální - svářeč c) provést svár a2K 270 mm d) rozměřit, ustavit vzpěru 2 a přistehovat co nejmenšími sváry z vnější strany 3x, a) Dle návodky umístit dorazy a upínky b) vložit dávku 4ks nastehovaných přírub c) spustit program d) během svařování na robou probíhá na již svařených kusech očištění svárů a jejich okolí - škrabkou, ocelovým kartáčem, a) Oprava podpálených hran b) Provést kontrolu svárů                        |

|    |                |                              |   |  |
|----|----------------|------------------------------|---|--|
| 81 | DESKA 2        | 6000, 6121, 6115             | kooperace, jehlení zámečnick, frézka  | Tvar a otvor na hotovo řezat z P25 kyslíkem z materiálu kooperanta, obrousit pálené plochy a hrany, odjehlít, 1. frézovat vybrání k mírám L=170 a 12, rohový rádius R8 po celé délce, odjehlít, 2. frézovat 1x úkos 45o - šířka čela S=1, odjehlít   |
| 82 | VZPĚRA         | 6131, 6121, 8331, 8161, 6119 | laser, ukosování, bruska stojanová, kování strojní lis, tryskání, vyvrtávačka horizontální, jehlení zámečnick | Tvar na hotovo řezat z P10 laserem, ukosovat sražení 9x45o dle výkresu, obrousit pálené plochy a hrany, za tepla v přípravku ohnout tvar na hotovo (max. teplota 450oC), po ohnutí položit pro pozvolné vychladnutí, celkově otryskat, zarovnat základnu v celé ploše, odjehlít po frézování   |
| 83 | VÍČKO D86X2    | 6131, 6121                   | laser, zámečnick  | Tvar na hotovo řezat laserem z P2, hrany osmírkovat  |
| 84 | PŘÍRUBA 3      | 6311                         | svařování CO2, svařovací robot MAG, svařování TIG   | a) Na svařečský stůl položit desku 1, rozměřit, ustavit víčko 3 a přistehovat b) provést kontrolu správného ustavení dílců - vizuální - svařeč c) provést svár a2K 270 mm d) rozměřit, ustavit vzpěru 2 a přistehovat co nejmenšími sváry z vnější strany 3x, a) Dle návodky umístit dorazy a upínky b) vložit dávku 4ks nastehovaných přírub c) spustit program d) během svařování na robou probíhá na již svařených kusech očištění svárů a jejich okolí - škrabkou, ocelovým kartáčem, a) Oprava podpálených hran b) Provést vizuální kontrolu svárů, a) Oprava podpálených hran a provést kontrolu svarů |
| 85 | DESKA 3        | 6000, 6121, 6115             | kooperace, jehlení zámečnick, frézka  | Tvar na hotovo řezat kyslíkem z P25 materiálu kooperanta, obrousit pálené plochy a hrany, odjehlít, 1. Frézovat vybrání k mírám L=170 a 12, rohový rádius Ra, odjehlít, 2. Frézovat 1x úkos 45o - šířka čela S=1mm, odjehlít   |
| 86 | VZPĚRA         | 6131, 6121, 8331, 8161, 6119 | laser, ukosování, bruska stojanová, kování strojní lis, tryskání, vyvrtávačka horizontální, jehlení zámečnick | Tvar na hotovo řezat z P10 laserem, ukosovat sražení 9x45o dle výkresu, obrousit pálené plochy a hrany, za tepla v přípravku ohnout tvar na hotovo (max. teplota 450oC), po ohnutí položit pro pozvolné vychladnutí, celkově otryskat, zarovnat základnu v celé ploše, odjehlít po frézování   |
| 87 | VÍČKO D86X2    | 6131, 6121                   | laser, zámečnick  | Tvar na hotovo řezat z P2 laserem, hrany osmírkovat  |
| 88 | OPĚRKA KOLÉBKY | 6311, 6119, 6121             | svařování v CO2, vyvrtávačka horizontální, zámečnick  | a) na svařečský stůl položit boční stěnu 1, rozměřit, ustavit dno 3, zákryt 2 a přistehovat b) Provést kontrolu správného ustavení dílců - vizuální - svařeč c) Provést svary 8půIV, a2K 2x35mm; 5půIV, a2K 2x70mm, a5K 2x70mm; d) svary a okolí očistit od rozstřiku - škrabkou a ocelovým kartáčem e) Provést kontrolu rovinnosti, rozměrovou a jakosti svaru 1) Upnout na stůl, kontrolovat kolmost čela: frézovat drážku S=32x12mm v ose vrtat dva otvory  |

|    |                 |                        |   |   |
|----|-----------------|------------------------|---|---|
|    |                 |                        |   | D=21mm v rozteči L=140mm, srazit hrany na otvoru 0,5x45o; zámečník - odjehlit hrany po frézování, otvory ze spod, kontrola  |
| 89 | BOČNÍ STĚNA     | 6000, 6121, 6115, 6119 | kooperace, zámečník, frézka, vyvrtávačka horizontální | V kooperaci kyslíkem pálit obdélník s přídavkem na opracování L=117x75mm, včetně materiálu, obrousit pálené plochy a hrany před obráběním, frézovat - úhlovat obvod L=112x70mm ze čtyř stran, odjehlit, frézovat na výšku H=36mm z jedné strany - odjehlit, frézovat hranu 5x45o - odjehlit, frézovat 1x vybrání L=36x16/R30, 1x vybrání L=30x16/R30 - odjehlit |
| 90 | ZÁKRYT          | 6121                   | nůžky, jehlení zámečník                               | Plech 10mm stříhat na rozměry 70x125mm, hrany odjehlit, rovnat  |
| 91 | DNO             | 6131, 6121             | laser, bruska stojanová, ukosování                    | Tvar na hotovo řezat laserem z P8, orousit pálené plochy a hrany, rovnat, kosovat 2x sražení 6,5x50o, 2x zabrousit do čista na 7x50o  |
| 92 | KONZOLA ZÁVĚSKY | 6311                   | svařování v CO2                                       | a) Na svářečský stůl položit desku opěrnou 1, rozměřit, ustavit žebra 2 - 2ks a přistehovat, b) Provést kontrolu správného ustavení dílců - vizuální - svářeč c) Provést svary, a4K 4x80mm, a5K 104mm, 4x185mm, 1400mm dle WPS, d) Svary a okolí očistit od rozstříku - škrabkou a ocelovým kartáčem e) Provést kontrolu rovinnosti a jakosti svárů             |
| 93 | DESKA OPĚRNÁ    | 6000, 6121             | kooperace, zámečník                                   | V kooperaci kyslíkem vypálit tvar na hotovo, včetně materiálu, obrousit pálené plochy a hrany   |
| 94 | ŽEBRO SVISLÉ    | 6131, 6121             | laser, bruska stojanová                               | Tvar na hotovo řezat laserem z P10, obrousit pálené plochy a hrany  |
| 95 | ŽEBRO           | 6121, 6122, 6115       | nůžky, zámečník, lisohraňovací, frézka                | Plech 8mm stříhat na rozměry 88x180mm (přídavek na délce), rýsovat a pod úhlem 83o na délku L=162mm stříhat - 2x. Odjehlit hrany, rovnat, ohnout 1x úhel 90o, upnout na stůl: odřezat rameno na velké H=47, frézovat 1x úkos 7x50o, odjehlit  |
| 96 | ZVEDACÍ OKO     | 6000, 6121             | kooperace, zámečník                                   | V kooperaci kyslíkem vypálit tvar na hotovo, 1. Obrousit pálené plochy, 2. Brousit vnější hrany 2x45o - 2x, 3. Brousit vnitřní hrany 4x45o - 2x   |
| 97 | NARÁŽKA D80X16  | 6111, 6112             | pila pásová, soustruh velký                           | Ocel d=80mm řezat na l=19mm, zarovnat čela L=16mm z obou stran, srazit hrany 0,5x45o  |

|     |                     |                        |  |  |
|-----|---------------------|------------------------|--|--|
| 98  | NÁVAREK D50X16      | 6111, 6112             | pila pásová, soustruh velký  | Ocel d=50mm řezat na l=19mm, zarovnat čela L=16mm z obou stran, srazit hrany 0,5x45o   |
| 99  | KRUŽINA D346X336X35 | 6111, 6121, 6311       | pila pásová, zámečnick, lis CDC, zámečnick, svařování CO2                  | Ocel plochá 25x5mm řezat na délku L=1075mm, odjehlit konce, přerovnat dle pravítka, předechnout konce kladivem přes kulatinu, která je na pracovišti k dispozici, ohnout postupně na D=336mm 1. nastehovat skružený plech - vizuální kontrola, 2. Provést svár podložený převýšený dle WPS, po svařování brousit svar do roviny, kalibrovat průměr, Provést kontrolu rovinnosti, rozměrovou a jakosti svaru. |
| 100 | OPĚRA PRAVÁ         | 6311                   | svařování CO2, zámečnick   | a) Na svařečský stůl položit opěru 1, rozměřit, ustavit žebra 2,3 a sestehovat b) Provést kontrolu správného ustavení dílců - vizuální - svařeč c) Provést svary, a4K 2x120mm, 2x130mm dle WPS, a5K 3x10mm dle WPS, 6půlV 10mm dle WPS d) Svary a okolí očistit od rozstříku - škrabkou a ocelovým kartáčem, zámečnick provede rovnání po svařování, Provést kontrolu rovinnosti a jakosti svárů             |
| 101 | OPĚRA               | 6000, 6121, 6115       | kooperace, jehlení zámečnick, zámečnick, rýsovač, vrtačka radiální, frézka | V kooperaci plazmou z plechu S=20mm vypálit tvar bez drážek na hotovo, kontrola rozměrů po kooperaci, obrousit pálené plochy a hrany od okují po pálení, odjehlit, přerovnat pod lisem, rýsovat osy koncových otvorů drážek, značit důlky 2x, předvrtat D=15mm - 2x, frézovat 2 drážky S=17x37mm, odjehlit   |
| 102 | ŽEBRO PRAVÉ         | 6000, 6131, 6121, 6115 | kooperace, laser, jehlení zámečnick, zámečnick, frézka                     | V kooperaci plazmou z plechu S=10mm vypálit tvar na hotovo, obrousit pálené plochy a hrany od okují po pálení, odjehlit, přerovnat pod lisem, frézovat 1x úkos 50o - šířka čela S=1mm, odjehlit  |
| 103 | ŽEBRO               | 6131, 6121, 6115       | laser, jehlení zámečnick, zámečnick, frézka                                | Laserem z plechu S=10mm vypálit tvar na hotovo, obrousit pálené plochy a hrany od okují po pálení, odjehlit, přerovnat pod lisem, frézovat 1x úkos 50o - šířka čela S=1mm, odjehlit, frézovat 1x úkos 20o - šířka čela S=1mm, odjehlit   |
| 104 | OPĚRA LEVÁ          | 6311                   | svařování CO2, zámečnick   | a) Na svařečský stůl položit opěru 1, rozměřit, ustavit žebra 2,3 a sestehovat b) Provést kontrolu správného ustavení dílců - vizuální - svařeč c) Provést svary, a4K 2x120mm, 2x130mm dle WPS, a5K 3x10mm dle WPS, 6půlV 10mm dle WPS d) Svary a okolí očistit od rozstříku - škrabkou a ocelovým kartáčem, zámečnick provede rovnání po svařování, Provést kontrolu rovinnosti a jakosti svárů             |
| 105 | OPĚRA               | 6000, 6121, 6115       | kooperace, jehlení zámečnick, zámečnick, rýsovač, vrtačka radiální, frézka | V kooperaci plazmou z plechu S=20mm vypálit tvar bez drážek na hotovo, kontrola rozměrů po kooperaci, obrousit pálené plochy a hrany od okují po pálení, odjehlit, přerovnat pod lisem, rýsovat osy koncových otvorů drážek, značit důlky 2x, předvrtat D=15mm - 2x, frézovat 2 drážky S=17x37mm, odjehlit   |

|     |            |                     |  |  |
|-----|------------|---------------------|--|--|
| 106 | ŽEBRO LEVÉ | 6131, 6121,<br>6115 | laser, jehlení zámečnick,<br>zámečnick, frézka | Laser z plechu S=10mm vypálit tvar na hotovo, obrousit pálené plochy a hrany od okují po pálení, odjehlit, přerovnat pod lisem, frézovat 1x úkos 50o - šířka čela S=1mm, odjehlit  |
| 107 | ŽEBRO      | 6131, 6121,<br>6115 | laser, jehlení zámečnick,<br>zámečnick, frézka | Laserem z plechu S=10mm vypálit tvar na hotovo, obrousit pálené plochy a hrany od okují po pálení, odjehlit, přerovnat pod lisem, frézovat 1x úkos 50o - šířka čela S=1mm, odjehlit, frézovat 1x úkos 20o - šířka čela S=1mm, odjehlit |



<http://homen.vsb.cz/~hla80/2009Svarovani/16-17-83-84.pdf>

<https://www.cs.vsb.cz/studium/studenti/bakalarske-studium/bakalarske-prace/bakalarske-prace.aspx>

<https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl.pdf?subjektId=isor%3a341143&dokumentId=C+3488%2fSL45%40KSOS&klic=4ime2b>

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Tramvajov%C3%A1\\_doprava\\_v\\_USA](http://cs.wikipedia.org/wiki/Tramvajov%C3%A1_doprava_v_USA)

[http://cs.wikipedia.org/wiki/Tramvajov%C3%A1\\_doprava](http://cs.wikipedia.org/wiki/Tramvajov%C3%A1_doprava)

představení podniku

<http://www.svetprumyslu.cz/profil/kmovske-opravny-a-strojimy-sro-140-let-od-pary-k-elektrice.html>

[http://www.parostroj.net/historie/KOS\\_MSZB/kos\\_mszb.htm](http://www.parostroj.net/historie/KOS_MSZB/kos_mszb.htm)

<http://www.ekol.cz/cs/>